The University of Toronto
Chemical Library

Presented
to
The University of Toronto Library
by
William Lash Miller, B.A., Ph.D., C.B.E.
Professor Emeritus of Physical Chemistry
for
A Departmental Library to be under
the control of the Professor of
Chemistry according to the conditions
set out in a letter from the Librarian
of the University dated March 21st.
1938.

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES,

ET DE LEURS APPLICATIONS

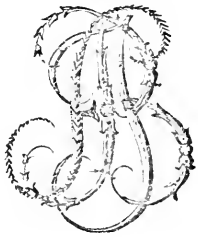
AUX PHÉNOMÈNES

DE LA NATURE ET DE L'ART;

PAR A. F. FOURCROY,

De l'Institut national de France; Conseiller d'État; Professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle, à l'École polytechnique et à l'École de médecine; des Sociétés philomathique et philotechnique, d'Agriculture, d'Histoire naturelle; de la Société médicale d'émulation, de celle des Amis des arts, de celle des Pharmaciens de Paris; du Lycée républicain, du Lycée des arts; membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes étrangères.

TOME VIII.



365042 — 31.
13. 4.

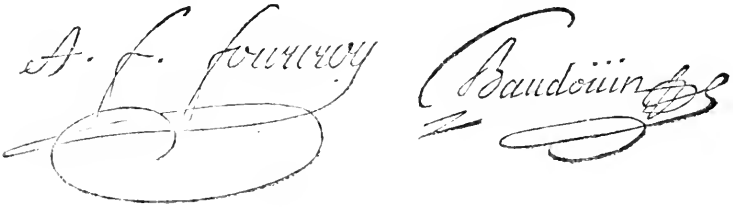
PARIS,

BAUDOUIN, Imprimeur de l'Institut national des Sciences et des Arts, rue de Grenelle-Saint-Germain, n°. 1131.

BRUMAIRE AN IX.

Cet ouvrage est mis sous la sauve-garde de la loi.

Tous les exemplaires sont signés par l'Auteur et l'Imprimeur.



SYSTÈME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SUITE

DE

LA SEPTIÈME SECTION.

DES COMPOSÉS VÉGÉTAUX.

Digitized by the Internet Archive
in 2009 with funding from
University of Ottawa

http://www.archive.org/details/systmedesconna08four

SUITE
DE
LA SEPTIÈME SECTION.

ARTICLE IV.

Du onzième des matériaux immédiats des végétaux ; du camphre.

A. *Siège.*

1. On ne regardait pas autrefois le camphre comme un des matériaux immédiats des végétaux, mais seulement comme un principe particulier à l'arbre des Moluques qui le fournissait. Slare et Ludovic en ont vu les premiers dans une vieille huile de Canelle ; Kunckel, dans celle d'anis et de romarin épaissie ; Cruger, dans l'huile de marjolaine gardée vingt-sept ans. Geoffroi a étendu et confirmé ces observations en constatant l'existence du camphre dans plusieurs huiles essentielles, et en observant qu'il s'en précipitait par le temps, sur-tout dans les huiles que j'ai citées. Depuis ces chimistes, Cartheuser en a trouvé dans un plus grand nombre de plantes. M. Proust a décrit avec exactitude l'art de l'extraire, même avec profit, de plusieurs espèces d'huiles volatiles qui croissent abondamment dans la province de Murcie.

2. L'arbre qui fournit le camphre est une espèce de laurier qui croît abondamment à Ceylan, à Borneo, à Java. Il existe aussi dans les racines de canellier, de zédoaire, de sassafras, dans les huiles de thim, de romarin, de sauge, de lavande, de

marjolaine, de matricaire. Le citoyen Josse, pharmacien de Paris, en a retiré assez sensiblement pour le bien reconnaître de la racine d'année. J'en ai trouvé des traces bien prononcées dans la racine de valériane. Il existe en général dans plusieurs huiles volatiles qui le tiennent en dissolution, et qui le laissent précipiter, soit par l'évaporation spontanée, soit par l'action du feu. Plusieurs chimistes assurent que le thim et la menthe poivrée, desséchés lentement, donnent beaucoup de camphre par la distillation. M. Achard a observé qu'il se dégageait une odeur de camphre quand on traitait l'huile volatile de fenouil par l'acide nitrique; que celle d'anis en fournissait de cristallisé, par le même acide; enfin que le vinaigre chargé de l'huile d'angélique en laissait précipiter par l'addition de la potasse.

3. Tous ces faits réunis ne doivent laisser aucun doute sur l'existence du camphre dans un assez grand nombre de végétaux; il y a lieu de croire que l'on en trouvera plus abondamment encore lorqu'on multipliera les recherches sur ce point. Il ne faut donc plus, d'après cela, regarder le camphre comme un principe particulier à un végétal, mais véritablement comme un des matériaux immédiats des plantes, et il doit tenir un rang parmi ces matériaux.

B. *Extraction.*

4. Malgré que le camphre existe, à ce qu'il paraît, dans beaucoup de végétaux, le plus abondamment employé, parce qu'il est le plus facile à extraire, est celui qu'on retire, dans les Moluques, du *laurus camphora* de Linné ou du laurier camphrier. Cet arbre croît facilement et en grande quantité dans les îles Sumatra, Bornéo, Java, et dans le Japon. Plusieurs voyageurs assurent que cet arbre en contient quelquefois en si grande quantité, qu'il suffit de le fendre pour en retirer des larmes assez grosses et pures. On l'obtient de ce végétal par la distillation. On met dans un grand alambic les racines et

les tiges du laurier camphrier, coupées en petits morceaux, avec de l'eau ; on adapte à l'alambic un chapiteau, garni à l'intérieur de cordes de paille de riz. La chaleur que l'on donne volatilise et sublime le camphre qui s'attache aux cordes de riz, sous la forme de petits grains grisâtres et sales que l'on réunit par le frottement en morceaux plus gros. Le camphre ainsi recueilli est impur. On le raffine en Hollande par une sublimation, dans laquelle on emploie un seizième de son poids de chaux. Quelques personnes assurent que l'on fait cette opération sans addition, dans des galères placées sur des fourneaux alongés, construits en pente, dans lesquels on entretient le feu en y faisant tomber successivement, en raison de la direction de ces foyers, les enveloppes membraneuses des grains de sarrazin, *polygonum fagopyrum ;* on sépare ces enveloppes du sarrazin par le renflement à l'aide de l'eau, et par le seul effet d'une chaleur douce : elles s'allument avec rapidité en raison de leur sécheresse.

5. A ces détails sur l'art ancien d'extraire le camphre du laurier camphrier, il est nécessaire de joindre ici une courte notice d'un travail sur l'extraction du camphre de plusieurs huiles volatiles, faisant partie d'une dissertation de M. Proust, chimiste français, professeur à Ségovie depuis 1784, publiée en espagnol dans cette ville en 1789 sous le titre suivant : *Resultado de las experiencias hechas sobra el alcanfor de Murcia. Con licencia en Sigovia pordon Antonio Espinosa.* J'en parlerai d'après un extrait très-détaillé, inséré, par M. Arezula, chimiste espagnol, l'un de mes élèves, dans les Annales de chimie, tom. IV, p. 179. M. Proust ayant observé dans un flacon d'huile volatile de lavande différentes cristallisations en arbrisseaux, formées d'octaèdres placés les uns sur les autres, et une espèce de neige déposée sur la partie du flacon où cette huile avait été répandue au dehors, découvrit ainsi la présence du camphre dans cette huile ; et soupçonna qu'il existait aussi dans celles de plusieurs autres labiées de Murcie, province très-fertile

en ce genre de plantes, et qui fournit beaucoup d'huiles volatiles au commerce. La suite de ses recherches lui a bientôt appris que la seule évaporation à l'air libre était un moyen très-propre à séparer le camphre de ces huiles. A une température entre 6—o et 10+o du thermomètre de Réaumur, il a exposé à l'air dans des assiettes de porcelaine et dans un lieu tranquille, des quantités assez grandes d'huiles de romarin, de marjolaine, de sauge et de lavande du pays indiqué. L'évaporation spontanée a suffi pour lui faire obtenir du camphre en cristaux $\frac{1}{16}$ du poids de celle de romarin, près d'$\frac{1}{10}$ de celle de marjolaine, près de $\frac{1}{5}$ de celle de sauge, et plus d'$\frac{1}{4}$ de celle de lavande. Il n'a cependant pas tenu compte de celui qui s'est dissipé avec l'huile volatilisée dans l'air : ainsi ces quantités de camphre, quoique considérables, sont encore au-dessous de ce qui en était contenu dans les huiles indiquées. L'huile de lavande, la plus riche en camphre, a donné la première portion de ce corps, séparée après vingt-quatre heures; il était en lames entrelacées les unes dans les autres, il en a séparé la portion d'huile qui y adhérait par la seule suspension dans un entonnoir. A quinze degrés, l'évaporation plus prompte fait séparer du camphre de cette huile volatile après douze heures d'exposition à l'air. Dans les années très-chaudes, l'huile distillée en emporte tant avec elle qu'elle le dépose en refroidissant, et un apothicaire de Madrid a assuré à M. Arezula que depuis long-temps on retirait, par un procédé aussi simple, le camphre des huiles volatiles de Murcie, et qu'il était vendu trente sous dans le commerce. L'huile volatile de sauge laisse déposer son camphre un peu plus tard que celle de lavande, et il est plus difficile d'en séparer la portion d'huile qui le mouille. Le camphre, ainsi obtenu, séché dans du papier-joseph, était sec, blanc et brillant comme la neige; il avait à peine l'odeur propre à chaque huile qui l'avait fourni.

En distillant les huiles de lavande dans un bain-marie large et peu profond, placé à quelque distance de l'eau entre-

tenue à quelques degrés au-dessous de l'ébullition, jusqu'à tirer un tiers de ces liquides et en laissant refroidir l'appareil, on extrait des deux tiers de celle qui est restée dans le vaisseau le camphre cristallisé et précipité à l'aide d'une écumoire : on le fait égoutter sur un tamis, ou on le soumet à l'effort léger d'une presse. On traite l'huile résidue avec de nouvelle eau, comme la première fois. La chaleur de l'ébullition et la distillation, poussées plus loin qu'au tiers, font sublimer le camphre dans le chapiteau. L'opération faite, comme il a été dit, donne la moitié du camphre contenu dans l'huile. Trois opérations successives suffisent pour dépouiller l'huile de lavande du camphre qu'elle peut donner. On ne peut cependant jamais en obtenir par là qu'un cinquième au lieu du quart qu'elle en contient. Le résidu en contient $\frac{1}{72}$, et l'huile distillée $\frac{6}{72}$. M. Proust estime qu'en grand cette huile ne fournira que $\frac{15}{72}$ de camphre au lieu de $\frac{18}{72}$ qui y sont contenus.

En raffinant le camphre ainsi obtenu par la sublimation, le professeur de Ségovie a fait quelques observations importantes. Vingt-quatre parties de ce produit ne lui en ont donné que vingt-deux de très-blanc, solide et pur : les $\frac{2}{24}$ qui restaient, chauffées plus fortement, sont devenues rouges brunes, et devaient cette couleur à une résine qui, dissoute avec lui dans l'alcool, s'est précipitée en restant tenace et rougeâtre par l'eau, tandis que le camphre s'est précipité en flocons blancs. Cette résine provenant d'un peu d'huile restée entre les lames du camphre dans la première opération, avait empêché la sublimation de sa dernière partie. La chaux a facilité son raffinage, et a donné $\frac{23}{24}$ de camphre blanc et sec. La cendre lavée lui a également réussi. L'argile blanche lui a donné un camphre jaune : il conseille de rejeter cette dernière, et de préférer la chaux ou les cendres lessivées. Il faut que ces matières soient bien sèches ; l'eau qu'elles contiennent fait bouillonner le mélange, dont les jets gâtent le camphre sublimé. Un feu assez fort et des vaisseaux plats contribuent beaucoup à faire

obtenir le camphre en pains blancs et solides, comme il doit être pour le commerce. On peut faire bouillir le camphre qui se fond avant sa sublimation, qui est, comme on l'a vu, moins volatil que l'huile : il faut plus de feu qu'on ne le croirait, d'après les anciennes idées sur la volatilité du camphre. C'est d'ailleurs le seul moyen de l'obtenir transparent et massif : il paraît que c'est-là le secret des raffineries hollandaises. En se refroidissant, le camphre sublimé se resserre sur lui-même et se fond en divers endroits : il se sépare bien du vaisseau, au lieu que moins chauffé, lamelleux, poreux ou spongieux, il y adhère beaucoup.

L'auteur, d'après des calculs simples et précis sur le prix de l'huile de lavande, du camphre en Murcie, et sur les frais de l'opération qu'il décrit pour l'extraction et le raffinage du camphre, comparés aux produits qu'il en a obtenus, conclut que le bénéfice irait entre 60 et 63 pour 100.

L'huile de sauge, traitée de la même manière que celle de lavande, quoique n'exigeant qu'un tiers de produit volatilisé, ne donnerait, suivant lui, qu'un bénéfice de 12 à 13 pour 100, à cause de la moindre quantité de camphre qu'elle contient ; celle de marjolaine qu'un bénéfice de 10 à 11, et celle de romarin un bien moindre encore, puisqu'il ne va qu'à 4 ou 5 pour 100.

M. Proust termine ce travail intéressant par comparer les propriétés du camphre extrait de l'huile de lavande de Murcie à celles du camphre du commerce, et il a trouvé absolument les mêmes effets dans l'un et l'autre, traités par l'acide nitrique. L'un et l'autre lui ont fourni, après les avoir précipités, de l'acide nitrique par l'eau, un déchet de 35 pour 100, sur lequel je reviendrai plus bas.

6. Ces détails intéressans me font présumer qu'on pourra tirer beaucoup de parti des plantes labiées qui croissent si abondamment dans les départemens méridionaux de la République, et spécialement de la grande espèce de lavande,

lavandula spica, la même que celle de Murcie, dont on extrait déja chez nous l'huile d'aspic. Quand même la différence des climats apporterait quelque modification dans la quantité du produit, il y a lieu d'espérer que cette huile, si abondante et à si bon marché en comparaison avec les autres huiles volatiles, fournira du camphre par les procédés de M. Proust, et donnera ainsi une nouvelle matière pour laquelle la France n'aura plus à exporter la quantité de numéraire que cette denrée lui coûte.

C. *Propriétés physiques.*

7. Le camphre bien pur est un corps blanc, concret, transparent, cristallisé en octaèdres ou en lames carrées, dont la pesanteur est à celle de l'eau sur laquelle il nage :: 9.887: 10.000. Sa saveur est âcre, chaude, piquante et amère. Son odeur forte et désagréable a fait dire, dans l'école de Salerne, *camphora per nares castrat odore mares*, parce qu'on lui a depuis long-temps attribué la propriété calmante et sédative; mais elle est loin de s'étendre jusqu'à celle d'éteindre la faculté génératrice comme l'annonce ce vers.

8. Quand on le place en fragmens même assez gros sur l'eau, celle-ci se meut autour de ces fragmens, va et revient sur eux comme des flots qui en attaquent peu à peu la surface. De petits cylindres de camphre, placés verticalement dans de l'eau et au dessus, assujettis par un support qui les retient dans cette situation, se coupent suivant l'observation de M. Venturi, professeur de physique à Modène, au point juste où l'eau s'élève. De très-petits morceaux de ce corps, jetés sur l'eau, s'agitent et tournoient avec rapidité. Une gouttelette d'huile répandue sur la surface du liquide arrête tout-à-coup ce mouvement, qu'on a eu tort d'attribuer à l'électricité, et qui paraît être dû à l'attraction des molécules du camphre, de l'eau et de l'air, et à un effet véritable de combinaison entre ces trois corps.

7. Le camphre est un des corps les plus volatils que l'on connaisse ; il paraît cependant, d'après les expériences de M. Proust, l'être moins que l'huile volatile : mais il ne faut pas perdre de vue que cela ne doit s'entendre que de sa combinaison avec ces huiles, et non pas du camphre pur et isolé. Celui-ci, contenu dans un vase fermé et exposé à une température supérieure à 16 degrés du thermomètre de Réaumur, s'élève continuellement en vapeur et se sublime sans cesse : on trouve à la partie supérieure des parois du vase qui le contient des grains cristallins de camphre, attachés et groupés diversement sur le verre. Il paraît que dans ce cas l'air chaud le dissout couche par couche, et le dépose ensuite en refroidissant sur les parois du vaisseau.

10. Cependant le camphre est fusible à une température que le citoyen Venturi estime à 120 degrés du thermomètre de Réaumur. M. Proust l'a vu fondu et bouillonnant avant de s'élever en vapeur. A la vérité, l'on peut croire que le vingt-quatrième d'huile volatile auquel il était encore uni a influé sur sa fusion, malgré sa petite quantité. Dans cette sublimation, le camphre se cristallise autrement que lorsqu'il abandonne son dissolvant huileux, et il n'est par la volatilisation qu'en petits grains informes dans lesquels on n'aperçoit que difficilement quelques traces d'octaèdres. Le citoyen Venturi dit qu'il se sublime à 50 degrés du thermomètre de Réaumur. Suivant le même physicien, il se vaporise à la température ordinaire de l'atmosphère dans le vide du baromètre.

D. *Propriétés chimiques.*

11. En offrant quelques analogies avec les huiles volatiles, le camphre présente des différences très-remarquables. Dès qu'on le met en contact avec un corps enflammé, il s'allume vivement, répand une flamme très-blanche, une fumée abondante. Le citoyen Lagrange l'a brûlé dans le gaz oxigène au

dessus du mercure, à la manière dont Lavoisier a brûlé le carbone et le phosphore. Il en a obtenu beaucoup de charbon sublimé, du gaz acide carbonique, et un autre acide dont la nature n'est pas exactement déterminée, mais qu'il a comparé à l'acide camphorique. En distillant du camphre broyé avec de l'alumine pour le fixer en quelque manière, il en a extrait une huile d'un jaune doré, d'une saveur âcre, d'une odeur analogue à celle du thim et du romarin, volatile dans l'air, formant un savon liquide avec les alcalis caustiques, dissoluble dans l'alcool, blanchissant par l'acide muriatique oxigéné : il est resté dans l'alumine une matière charbonneuse très-noire et très-pure. Suivant le même chimiste, il se forme un peu d'acide camphorique pendant la distillation du camphre.

12. On n'a point encore examiné l'union des corps combustibles simples, du phosphore et du soufre, sur-tout avec le camphre. L'eau le dissout en bien petite quantité qui suffit cependant pour lui donner une odeur et une saveur âcres très-sensibles ; quand on fait brûler du camphre sur de l'eau, celle-ci contracte une saveur et des propriétés sensiblement acides.

13. Une des grandes différences du camphre avec les huiles volatiles, c'est la manière dont il se comporte avec les acides puissans. L'acide sulfurique concentré le dissout, et à l'aide de la chaleur il se dégage de l'acide sulfureux et du gaz hidrogène ; la liqueur devient d'un rouge violet ou brun ; on reconnaît qu'il se sépare du carbone, qu'il se forme de l'eau et un acide. L'acide nitrique le dissout tranquillement s'il est peu concentré. Cette dissolution jaunâtre se sépare en deux liquides ; celui qui surnage a été nommé improprement *huile de camphre* ; celui qui est au-dessous contient une portion du camphre déja altéré et acidifié, puisqu'en précipitant la liqueur supérieure avec de l'eau qui en sépare du camphre solide et sans altération, on trouve plus d'un tiers de déchet de la part de ce corps combustible. L'acide muriatique gazeux dissout

aussi le camphre et le met dans l'état aériforme ; il en est de même du gaz acide fluorique. L'eau précipite le camphre de ces dissolutions à l'état solide, comme de la dissolution nitrique.

14. M. Kosegarten a découvert il y a déja long-temps que l'acide nitrique distillé en grande quantité sur le camphre, le convertissait en un acide particulier. Le citoyen Bouillon Lagrange a confirmé cette découverte, et a poussé beaucoup plus loin ses recherches sur cet acide. Pour l'obtenir, on verse sur une partie de camphre, mis dans une cornue de verre, huit parties d'acide nitrique à 36 degrés. On chauffe au bain de sable, il se dégage beaucoup de gaz nitreux et d'acide carbonique gazeux ; il se sublime un peu de camphre non altéré. On recommence trois fois de suite cette opération sur le même camphre. L'acide camphorique se cristallise par le refroidissement de la liqueur qui reste dans la cornue : on le purifie en le dissolvant dans l'eau bouillante, et en laissant refroidir cette dissolution. On n'obtient pas tout-à-fait la moitié du poids du camphre en acide. Cet acide, qui paraît cristalliser en octaèdres aigus, a une saveur peu aigre, mais assez fortement amère. Il rougit le tournesol ; il s'effleurit à l'air. L'eau froide n'en dissout guère plus d'un trois-centième de son poids ; l'eau bouillante au contraire en dissout à peu près un douzième. Sur un charbon allumé il répand une fumée âcre aromatique, épaisse, et se dissipe entièrement. Il se fond et se sublime à une chaleur ménagée. Passé à travers un tube rouge avec du gaz oxigène, il reste sans altération. Cependant en le distillant dans une cornue, le citoyen Lagrange espère l'avoir décomposé, puisqu'il a perdu sa nature acide, sa dissolubilité dans l'eau : il a pris une odeur aromatique. Cet acide est aussi soluble dans les huiles. Ses combinaisons avec les terres, les alcalis et les métaux sont différentes de celles de tous les acides connus. Il ne précipite pas l'eau de chaux ; le camphorate de potasse et plusieurs autres sont bien cristallisables.

L'acide camphorique précipite plusieurs dissolutions métalliques, spécialement le sulfate et le muriate de fer.

15. Le camphre n'est point altérable ni dissoluble par les alcalis. Aucun sel n'a d'action sur lui, si l'on en excepte le muriate suroxigéné de potasse, qui le brûle et le détruit par le seul choc ou par la pression. Il n'a point d'attraction pour les acides métalliques, non plus que pour les dissolutions des métaux. Il se mêle et se suspend dans l'eau à l'aide des mucilages et du sucre. Les huiles fixes et volatiles le dissolvent, et la nature présente souvent, comme je l'ai fait voir plus haut, cette dissolution.

16. Quoique l'analyse exacte du camphre et ses propriétés chimiques soient encore loin d'être connues avec l'exactitude qu'on peut desirer aujourd'hui, celles que je viens d'énoncer suffisent pour distinguer ce corps des huiles volatiles, et pour le faire reconnaître comme un des matériaux immédiats des végétaux qui doit être étudié avec soin. Sa propriété de former un acide particulier par l'action du feu et par celle de l'acide nitrique suffit pour le caractériser. On l'a regardé, dans les derniers temps, comme une sorte d'huile volatile plus carbonée que celles qui portent spécialement ce nom.

E. *Espèces.*

17. S'il n'y a véritablement qu'une espèce de camphre qui se ressemble entièrement, à quelque matière végétale qu'il ait appartenu, et par quelque moyen qu'on l'ait obtenu, il est cependant vrai qu'avec le plus grand nombre de propriétés analogues, dans les différentes plantes où il existe, il offre quelques différences, et spécialement celle d'une odeur particulière et analogue au végétal d'où on l'a extrait. On peut donc, sous ce point de vue, en reconnaître autant d'espèces qu'il y a jusqu'ici de plantes qui le fournissent, quoique la qualification d'espèces soit réellement trop prononcée pour

désigner de simples variétés. Ainsi, outre le véritable camphre obtenu du tronc du laurier camphrier, on peut reconnaître le camphre de la lavande, celui de la sauge, du romarin, de la marjolaine, de l'armée, du sassafras, etc. Au reste, cette distinction ne pourra devenir, ou plus exacte, ou inutile, qu'à l'époque où les chimistes ayant comparé ces diverses variétés de camphre, auront trouvé des caractères propres à chacune d'elles, ou confirmé leur parfaite identité.

F. *Usages.*

18. Le camphre est un des plus puissans remèdes que la médecine possède. Comme topique, il calme les inflammations, il arrête la gangrène, il résout plusieurs tumeurs. A l'intérieur, il est antispasmodique et antiseptique. On l'emploie avec beaucoup de succès dans les maladies contagieuses, fébriles, intermittentes, putrides, dans les fièvres malignes et nerveuses : il agit spécialement dans les affections des voies urinaires ; il arrête les fâcheux effets des cantharides sur ces organes. On le prescrit jusqu'à la dose de quelques grammes en pilules, en bols, en électuaires, en boisson, délayé à l'aide du jaune d'œuf, des mucilages et du sucre, dans des potions. On l'emploie beaucoup dissous dans l'alcool à l'extérieur. Il entre dans un grand nombre de préparations pharmaceutiques.

19. On s'en sert spécialement dans les embaumemens : il conserve avec énergie les matières putrescentes, et en arrête l'altération septique, comme le montrent toutes les expériences des modernes sur la putréfaction et les antiseptiques. On l'emploie beaucoup pour prévenir l'altération des peaux, des plumes, des matières animales en général, sur-tout dans les préparations des animaux conservés. Il écarte les insectes dans la conservation des fourrures, des pelleteries, des collections d'histoire naturelle. Aussi en fait-on un grand usage dans les

cabinets, et dans les dépouilles animales qu'on envoie de l'Amérique et de l'Inde.

20. Le camphre est aussi d'usage dans quelques arts comme matière combustible. Il entre dans plusieurs artifices. On a dit qu'il faisait partie de la fameuse composition nommée *feu grégeois*. La plupart des préparations incendiaires qui doivent servir ou faire leur effet dans l'eau, en contiennent aussi des quantités plus ou moins considérables.

ARTICLE XV.

Du douzième des matériaux immédiats des végétaux ; des résines.

A. *Siége.*

1. On a vu à l'article des huiles volatiles, qu'exposées à l'air elles s'épaississaient et devenaient des résines ; il semble donc qu'il n'y ait d'autres différences entre les unes et les autres que cet épaississement, et qu'il puisse suffire pour définir des résines de les nommer des huiles volatiles épaissies. Mais cet exposé simple ne donne qu'une idée imparfaite de la résinification, c'est-à-dire de la conversion de ces huiles en résine. Il est bien évident, à la vérité, que les résines n'ont d'autre origine que des huiles volatiles, qu'elles commencent toujours par être celles-ci ; mais on ne voit pas dans cette simple expression d'un fait, la manière même dont il se passe, la cause qui le produit, et la véritable nature du résultat qu'il donne. Il faut approfondir davantage ce phénomène, savoir en quoi consiste la résinification, et déterminer ce qui a lieu pendant la conversion des huiles volatiles en résine.

2. M. Proust, dans sa Dissertation sur le camphre, observe

que la plupart des huiles volatiles exposées à l'air se séparent en deux substances, l'une acide et l'autre résineuse. Il est vraisemblable que le premier est analogue à l'acide benzoïque ou à l'acide camphorique. Quant à la conversion en résine d'une portion de l'huile volatile, le chimiste dont je parle l'attribue à l'absorption de l'oxigène comme l'acidification ; et il explique l'un et l'autre de ces changemens simultanés, en admettant dans les huiles deux substances différentes, une espèce de radical acidifiable et un autre radical résinifiable. Quoique cette ingénieuse théorie paraisse satisfaire aux phénomènes ou plutôt aux résultats qu'on obtient de l'exposition des huiles volatiles à l'air, il s'en faut de beaucoup qu'elle soit confirmée par l'expérience.

3. Celle-ci prouve qu'en exposant des huiles volatiles au contact du gaz oxigène, comme en les traitant par les corps qui peuvent leur fournir facilement ce principe, on les épaissit en effet, on les rapproche des résines, et on les acidifie en partie ; mais elle ne prouve pas exactement que ces changemens soient dus uniquement à l'absorption de l'oxigène. On voit au contraire par l'exposition de ces huiles à l'air, qu'elles sont plus disposées, comme je l'ai dit, à y perdre et à y verser une portion de leur hidrogène, qu'à en absorber véritablement de l'oxigène. Elles forment peu à peu de l'eau qui se rassemble même à leur surface, ou qui tapisse de gouttelettes bien visibles les parois des cloches où l'on fait cette expérience ; et comme ces huiles s'épaississent en même temps, on peut attribuer leur résinification à la perte de leur hidrogène plus qu'à l'absorption de l'oxigène. Elles laissent aussi exhaler en même temps une portion de leur carbone ; car l'air dans lequel elles ont séjourné quelque temps se trouve chargé d'une plus ou moins grande quantité d'acide carbonique.

4. On peut cependant, et c'est le parti le plus sage jusqu'à ce que les recherches aient été poussées plus loin sur cet objet, admettre en même temps dans cette action de l'air sur les

huiles volatiles le double effet de la perte d'hidrogène et de l'absorption de l'oxigène, en admettant que le premier de ces phénomènes est beaucoup plus marqué que le second. On peut définir la résinification une espèce d'oxidation des huiles volatiles, due à la dissipation d'une partie de leur hidrogène et à l'absorption d'une petite partie d'oxigène. On concevra très-bien par là comment ces huiles passent à l'état de résine, comment le corps résineux se forme dans les végétaux, comment cette formation a lieu à leur extérieur, dans leurs écoulemens huileux volatils, dans leurs écorces ou leurs premières couches ligneuses sur-tout.

5. D'après cette théorie, à laquelle il ne manque plus que la précision, on conçoit que la résine est à l'huile volatile ce que le beurre végétal ou la cire végétale est à l'huile fixe. Il ne restera plus qu'à déterminer le rapport qui existe entre la même huile volatile et le camphre ; d'où vient que certaines espèces de ce genre contiennent du camphre, que d'autres sont plus disposées à former de la résine ou de l'acide benzoïque, si chacun de ces trois corps, le camphre, la résine et l'acide benzoïque, n'est pas une modification particulière des huiles volatiles, et si chacune de celles-ci ne peut pas passer à l'un ou à l'autre de ces états par une variation déterminée dans ses principes. Quoi qu'il en soit, il est facile de concevoir que la résine doit se trouver dans tous les lieux où se rencontre l'huile volatile, et que tout ce qui a été dit de celle-ci peut s'appliquer à la résine par rapport à son siége.

B. *Extraction.*

6. Souvent la résine sort molle et en partie liquide de la surface des végétaux, comme on le verra dans la plupart des espèces de ce genre. Quelquefois on en accélère l'écoulement en faisant des trous, des incisions aux arbres qui sont susceptibles d'en fournir, ainsi qu'on le pratique à tous les

arbres nommés résineux, aux pins, aux sapins, aux mélèzes, etc. Elle coule alors sous la forme d'un liquide épais, visqueux, transparent, jaunâtre, souvent peu odorant, qu'on recueille en quantité plus ou moins considérable.

7. Souvent aussi la résine reste dans l'intérieur des organes végétaux où elle se forme ; elle y prend une solidité plus ou moins grande ; elle y devient sèche et cassante ; elle y est déposée en espèces de lames, ou de feuillets minces, ou de couches vernissées qu'on ne peut plus extraire par la pression ni par aucun moyen mécanique. Il arrive cependant quelquefois qu'après l'avoir aperçue et distinguée dans le tissu même des matières végétales solides, par son brillant, son tissu comme vitreux, et sa propriété cassante, on la voit se séparer sous la forme d'une poussière plus ou moins colorée, devenant grasse et onctueuse par la pression et la pulvérisation, et ne se confondant pas avec la poussière ligneuse ou la fécule fibreuse et lamelleuse qu'on obtient par la pulvérisation ou le rapage des matières végétales solides. Ce fait s'observe dans les opérations de pharmacie et de parfumerie ; mais il ne peut pas suffire aux chimistes, et quelques précautions qu'ils prissent, ils ne pourraient pas se procurer ainsi ou une quantité de résine assez abondante pour leurs expériences, ou cette matière assez pure pour leurs recherches.

8. Dans le cas de résine sèche et contenue en très-petits fragmens ou en lames minces dans les manières végétales sèches que je viens d'indiquer, il y a deux manières d'extraire et de séparer cette résine d'avec les autres substances végétales auxquelles elle est mêlée; l'une, qui n'est pas ordinairement employée dans cette vue, a lieu dans les décoctions que l'on fait subir aux divers corps végétaux solides, aux racines, aux bois, aux écorces, aux fruits, etc. La chaleur de l'eau bouillante ramollit et fond cette résine, qui se sépare et se rassemble souvent sous la forme de gouttes hui-

leuses, jaunes, rouges et brunes à la surface de l'eau, qui ensuite, à mesure qu'elle s'épaissit, se condense et se durcit, se précipite au fond de ce liquide; mais alors elle se mêle et se confond avec l'extractif qui, comme on l'a vu, devient également indissoluble et solide par l'action de l'oxigène atmosphérique. L'autre procédé, le seul pratiqué en chimie pour extraire la résine sèche des matières végétales qui la contiennent, consiste à y appliquer un dissolvant approprié. C'est de l'alcool qu'on emploie à cet usage; on le laisse macérer pendant plus ou moins long-temps sur les substances végétales auxquelles on veut enlever la résine, et que l'on a concassées, pulvérisées, ou coupées plus ou moins menues auparavant : on le fait quelquefois bouillir, ensuite on l'évapore à siccité, de manière que la résine reste pure et sèche; cependant elle est mêlée de quelque autre principe immédiat des végétaux. On l'en sépare à l'aide de la précipitation par l'eau.

C. *Propriétés physiques.*

9. La résine est ou molle, coulante, visqueuse, liquide, ou sèche, cassante, d'un tissu comme vitreux, d'un grain fin, d'une transparence plus ou moins belle. Sa couleur blanche, ou jaune verdâtre quand elle est liquide, est extrêmement variée dans ses diverses espèces quand elle est sèche et cassante; le plus souvent cependant elle est d'un jaune citronné ou ambré, d'un rouge plus ou moins clair, d'un brun plus ou moins rouge. On en trouve de rosée, de brune, de verte, de rouge foncée; mais alors elle est toujours opaque. Elle se réduit facilement en poudre; et celle-ci est onctueuse, se groupe par la percussion.

10. Toutes les résines sont un peu moins légères que l'eau. Leur pesanteur varie depuis 10452 jusqu'à 12289, l'eau étant 10000. La plupart n'ont pas de saveur, ou n'en ont qu'une faible, et encore quand on les mâche pendant quelque temps.

Leur odeur est presque toujours faible, et ne devient sensible qu'à l'aide d'un broiement long ou d'une température forte. Presque toujours les résines ont un caractère plus ou moins prononcé d'acidité.

11. Les résines exposées à l'action faible du calorique se ramollissent et se fondent comme de la cire et sans s'altérer. Chacune d'elles demande une température particulière pour se fondre. En se refroidissant, elles reprennent leur état concret. On sait que les résines isolent et interceptent le passage du fluide électrique, et qu'elles sont elles-mêmes électriques par le frottement.

D. *Propriétés chimiques.*

12. La résine, traitée au feu dans des vaisseaux fermés, donne de l'huile volatile en quantité d'autant plus grande, que la résine était plus molle. C'est ainsi que la térébenthine, et tous les arbres du genre *pinus*, fournissent de très-grandes proportions d'huile volatile ou d'essence. Ce qui reste ensuite est une matière résineuse beaucoup plus sèche qu'auparavant; souvent colorée brune ou noire. Si l'on pousse plus loin le feu, on en extrait de l'eau, une liqueur acide, du gaz hidrogène carboné, du gaz acide carbonique, et il reste un charbon volumineux plus abondant que celui des huiles volatiles.

13. La résine, chauffée avec le contact de l'air, s'enflamme après avoir été fondue, après s'être boursouflée; sa flamme est forte et étendue, sa fumée considérable; elle donne une suie très-abondante, qu'on rassemble et qu'on condense quelquefois dans des cônes de toile, sous la forme de noir de fumée. Il se forme aussi beaucoup d'eau dans cette combustion.

14. La résine s'unit par la fusion au soufre, difficilement au phosphore, point du tout aux métaux; il n'y a non plus nulle union entre la résine et les oxides métalliques, et c'est sur-tout là une grande différence entre cette matière

combustible et l'huile fixe. Il ne se passe non plus aucune action entre la résine et l'eau ; quand la première est enflammée, elle décompose l'eau qu'on y verse, et il se produit une explosion beaucoup moins violente cependant que celle qui est occasionnée par les huiles fixes.

15. Les acides ni les alcalis n'exercent aucune action sur la résine, ne l'enflamment, ne la brûlent, ni ne la saponifient pas. Cet effet nul les rapproche des oxides huileux et favorise l'opinion de ceux qui pensent que la résine doit son état à l'absorption de l'oxigène. Il en est de même de l'inaction de l'acide muriatique oxigéné, des oxides et des dissolutions métalliques.

16. Il est presque superflu d'observer ici que celles des résines qui sont liquides et qui contiennent le plus d'huile volatile, sont plus altérables en général que les résines sèches et cassantes ; on conçoit facilement qu'elles doivent participer aux caractères et aux propriétés de ces huiles.

E. *Espèces.*

17. Le nombre des espèces de résines est très-considérable ; il n'est presque pas une plante, pas un végétal qui n'en contienne, et d'où on ne puisse en extraire par quelque procédé chimique. Ainsi, un dénombrement d'espèces serait impossible, ou illusoire, ou superflu, si l'on ne devait pas s'occuper en particulier de celles qui sont les plus utiles, qu'on extrait le plus facilement, que la nature elle-même offre à l'homme par leur écoulement spontané, qui sont les plus abondantes, et en même temps fréquemment employées dans les arts. Je compte spécialement les treize résines suivantes, en prévenant que quelques-unes d'entre elles portent dans le commerce le nom de baumes, à cause de leur état liquide seulement, et point du tout par leur nature, puisque ce ne sont pas de véritables baumes, comme je le ferai voir en traitant de ceux-ci dans un des articles suivans.

A. Le *baume de la Mecque*, de Judée, d'Egypte, du Grand Caire. C'est une résine liquide, blanche, amère, d'une odeur de citron très-forte, qui coule d'un arbre nommé *Amyris opobalsamum*, trouvé par Forskahls dans l'Arabie heureuse, et placé par Linné dans l'octandrie monogynie. Cette résine liquide donne beaucoup d'huile volatile par la distillation; elle s'épaissit par un long contact de l'air, et forme une croûte solide à sa surface. On l'emploie en médecine comme vulnéraire, incorporée avec le sucre, le jaune d'œufs, etc.

B. Le *baume de Copahu*, autre espèce de résine liquide, brune ou jaune, qui coule de l'arbre appelé *Copaïba*, nommé par Linné *Copaïfera*, et placé par ce botaniste dans la décandrie monogynie : l'espèce commune, ainsi que celle du baume de Tolu, vrai suc balsamique dont je parlerai plus bas, est un mélange de vraie résine de copahu et de térébenthine, suivant Cartheuser. On l'emploie en médecine dans les ulcères du poumon et de la vessie, comme le précédent.

G. La *térébenthine de Chio* coule du térébinthe qui fournit les pistaches, *terebinthus pistacia* de Linné; elle est d'une couleur blanche ou d'un jaune tirant sur le bleu. Elle donne une huile volatile très-fluide au bain-marie; celle qu'elle fournit à feu nu est moins fluide. La térébenthine est ensuite plus jaune; si on l'a distillée avec l'eau elle est blanche et soyeuse; on la nomme térébenthine cuite. Cette térébenthine, la seule cependant qui devrait porter ce nom, est rare et n'est guère d'usage.

D. La *térébenthine de Venise*, ou la résine de mélèze, est celle qu'on emploie communément en médecine. On s'en sert dans son état naturel, ou combinée avec l'alcali fixe.

Cette combinaison est le véritable savon de Starkey, ou le savonule de térébenthine. Pour le préparer, le dispensaire de Paris prescrit de verser sur deux parties de nitre fixé par le tartre et encore chaud, une partie d'huile volatile de

térébenthine ; d'agiter ce mélange avec une spatule d'ivoire, et de couvrir le vaisseau d'un papier ; on ajoute peu à peu de l'huile, jusqu'à ce que le tout forme une masse blanche. Comme ce procédé dure plusieurs mois, les chimistes ont cherché des moyens de faire le savon de Starkey d'une manière plus expéditive. Rouelle, en triturant, goutte à goutte, l'alcali avec le savon, et ajoutant un peu d'eau sur la fin, préparait en trois heures une quantité assez considérable de ce savonule. Le citoyen Baumé conseille de broyer sur un porphyre une partie d'alcali de tartre desséché jusqu'à entrer en fusion, et d'y ajouter peu à peu deux ou trois fois son poids d'huile volatile de térébenthine. Lorsque le mélange a acquis la consistance d'un opiat mou, on le met dans une cucurbite de verre couverte d'un papier, et exposée dans un lieu humide. En quinze jours l'alcali déliquescent fait une couche particulière de liqueur au fond du vase; le savon est dans le milieu, et une portion d'huile qui a pris une couleur rouge le surnage. Le citoyen Baumé pense que l'alcali ne s'unit qu'à la portion d'huile qui est dans l'état de résine. Legendre étend cette idée en proposant de saturer à froid l'alcali fixe en dissolution avec l'huile de térébenthine épaissie, ou la térébenthine même.

Ce savonule a un certain degré de solidité qui devient peu à peu plus considérable ; il s'y forme des cristaux qui ont été regardés comme la combinaison de l'acide de l'huile avec l'alcali fixe végétal, mais qui, suivant les académiciens de Dijon, ne sont que de la potasse saturée d'acide carbonique et cristallisée. Comme ce savonule est très-difficile à faire et très-altérable ; Macquer pense que lorsqu'on veut réunir les propriétés des huiles volatiles à celle du savon, il vaut mieux incorporer avec le savon blanc médicinal quelques gouttes de l'huile volatile appropriée à l'indication qu'on se propose de remplir. L'ammoniaque, triturée avec la térébenthine, forme un composé savonneux solide qui se dissout très-bien dans l'eau, et la rend laiteuse et écumeuse.

E. *La résine de sapin* est nommée *térébenthine de Strasbourg*. On la recueille en perçant les vésicules de l'écorce du sapin, très-abondans dans les montagnes de la Suisse. Elle peut servir aux mêmes usages que la précédente.

F. La poix est le suc résineux d'une espèce de sapin nommé pèce *picea*. On la tire par des incisions faites à l'écorce de l'arbre; on la fond à un feu doux; on l'exprime dans des sacs de toile; on la reçoit dans des barils, c'est la *poix de Bourgogne* ou *poix blanche*: mêlée avec du noir de fumée, elle donne la poix noire. Quand on la tient long-temps en fusion, elle se sèche, devient brune, et forme le colophane. On en brûle les parties les plus grossières dans un four dont la cheminée aboutit à un petit cabinet terminé par un cône de toile: c'est dans ce cône que la fumée vient se condenser et y former une suie fine, qu'on appelle *noir de fumée*.

G. Le *galipot* est la résine du pin, qui donne les pignons doux. On entaille cet arbre vers le bas; la résine coule par ces cavités dans des auges. On continue ces incisions, lorsque les premières ne fournissent plus rien. Quand elle coule fluide, on l'appelle *galipot*; celle qui sèche sur l'arbre, en masses jaunâtres, se nomme *barras*. On fait liquéfier ces sucs dans des chaudières, et quand ils sont épaissis par la chaleur, on les filtre à travers des nattes de paille; on les coule dans des moules creusés sur le sable, et on en forme des pains qu'on nomme *arcançon* ou *brai sec*. Si on y interpose de l'eau, la matière devient blanche, et forme la résine ou poix-résine. Les Provençaux distillent en grand le galipot; ils en tirent une huile qu'ils appellent huile de raze. C'est avec les troncs et les racines du pin que l'on prépare le goudron, qui n'est que l'huile empyreumatique de cette substance. On arrange en tas le bois de cet arbre: on le couvre de gazon, et on y met le feu. L'huile que la chaleur en dégage ne pouvant se volatiliser à travers le gazon, se précipite dans un baquet à l'aide d'une gouttière, et on la ramasse, pour la distribuer dans le commerce, sous le nom de *goudron*.

H. La *tacamahaca*, la résine *élémi*, la résine *animé*, sont peu en usage ; l'arbre qui donne la première n'est pas connu, l'élémi vient d'une espèce d'amyris ; la résine animé orientale ou copale dont l'origine est inconnue, l'animé occidentale ou courbaril qui découle de l'*hymenœa*, arbre de l'Amérique méridionale, sont employées dans les vernis.

I. Le *mastic* est en larmes blanches farineuses, d'une odeur faible ; il coule du térébinthe et du lentisque. On l'emploie comme astringent et aromatique ; on le fait entrer dans des vernis siccatifs.

K. La *sandaraque* est en larmes blanches plus transparentes que celles du mastic. On la retire du génevrier entre le bois et son écorce ; on l'appelle aussi vernis, parce qu'on l'emploie beaucoup pour ces préparations. On s'en sert pour mettre en poudre sur le papier gratté, afin de l'adoucir et de l'empêcher de boire.

L. La résine de *gayac*, qui est verdâtre, s'emploie contre la goutte ; elle coule du gayac par incisions. Plusieurs chimistes la regardent comme une gomme résine.

M. Le *ladanum*, ou résine d'une espèce de ciste de Candie, est noirâtre. Les paysans le recueillent avec un rateau, auquel sont attachées plusieurs lanières de cuir, qu'ils promènent sur les arbres ; ils en forment des magdaléons cylindriques, que l'on appelle *ladanum in tortis*. Il est altéré par beaucoup de sable noirâtre ; on l'a employé comme astringent. C'est la plus impure et la plus lourde des résines.

N. Le *sang-de-dragon* est un suc rouge qu'on retire du *dracæna draco*, et de plusieurs autres analogues ; il est en pains aplatis ou arrondis, ou en petits sphéroïdes, ou en olives renflées, recouverts de feuilles de roseau, et noués en chapelet. On s'en sert en médecine comme d'un astringent.

18. On conserve dans les cabinets, quelquefois sous le nom de gommes, une suite de diverses espèces de sucs résineux de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Inde, qui ne sont

point employés en Europe, et dont il est inutile de parler ici. On les reconnaît pour des résines à leur fusibilité, à leur inflammabilité, à leur indissolubilité dans l'eau et à leur dissolubilité dans l'alcool.

F. *Usages.*

19. On vient de voir dans le rapide exposé que j'ai présenté sur les espèces les plus connues des résines, que ces sucs, la plupart spécialement consacrés à l'usage médicinal, n'ont pas cependant à beaucoup près, toutes les vertus qu'on leur attribue communément. Leur administration extérieure est la plus avantageuse et la plus connue dans ses effets antiseptiques.

20. Plusieurs sont d'un usage plus ou moins important dans les arts, comme combustibles. Quelques peuples s'en servent pour se chauffer ou s'éclairer; elles sont employées dans les embaumemens, les parfums. La peinture ne peut s'en passer; elles sont la base des vernis, sur-tout l'espèce qu'on nomme vernis de la Chine. On en tire des huiles extrêmement importantes pour la peinture et la marine; on en fait du goudron, du noir de fumée. Enfin, il est peu de matières qui rendent plus de service à la société.

ARTICLE XVI.

Du treizième des matériaux immédiats des végétaux, des gommes résines.

A. *Siége.*

1. On nomme gommes résines des sucs inflammables, en partie dissolubles dans l'eau, en partie dans l'alcool, et qu'on croit être des combinaisons naturelles de résines et de corps mucilagineux ou extractifs.

2. Ces sucs sont contenus dans des vaisseaux propres d'un grand nombre de végétaux, et aucunes de leurs parties n'en sont privées; ou plutôt ils peuvent se rencontrer et se rencontrent réellement dans les racines, dans les tiges, dans les feuilles, dans les fleurs et dans les fruits de beaucoup de plantes.

3. Il faut observer cependant que ces deux derniers genres d'organes, les fleurs et les fruits, en sont le plus souvent privés, ainsi que les semences, et que c'est spécialement dans les racines, les tiges et les feuilles qu'ils existent. Ces trois classes de parties végétales sont en effet celles dans lesquelles Grew, Malpighi, Bonnet et Duhamel ont trouvé les vaisseaux propres les plus abondans, souvent placés en paquets au-dessous de l'écorce ou dans les premières couches ligneuses.

B. *Extraction.*

4. Il y a cette différence très-notable, entre les résines et les gommes-résines, que ces dernières, renfermées dans les vaisseaux propres, ne sont jamais au dehors des plantes, tandis que les sucs résineux s'écoulent spontanément sur la

surface des végétaux, où ils se dessèchent et s'épaississent communément en larmes cassantes. Les sucs gommo-résineux, au contraire, cachés dans l'intérieur des plantes ne s'en écoulent jamais; et l'art seul va les puiser dans les canaux qui les contiennent.

5. Quand on brise le tissu végétal frais dans les lieux où se rencontrent les sucs gommo-résineux, on les voit sortir en gouttelettes blanches ou jaunes ou de diverses couleurs, toujours opaques et laiteux ou troubles comme des liqueurs émulsives. Si l'on exprime les tissus chargés de ces sucs, ou si après en avoir rassemblé une suffisante quantité par l'écoulement léger qui s'en fait après leur incision, et en les recevant d'une grande quantité de matière végétale à la fois; on les épaissit par les rayons du soleil et la température élevée d'un climat chaud, tel que celui qui favorise la végétation de ce genre de plantes, on obtient ce qu'on nomme les gommes résines.

6. Tel est le procédé général que l'on suit pour se les procurer; on coupe ou l'on incise les végétaux qui les contiennent dans l'état du suc; on recueille le suc en laissant, pendant quelque temps, les végétaux incisés ou coupés, suinter le liquide opaque qu'ils contiennent; on l'expose, en couche mince, aux rayons de soleil d'Afrique, de l'Amérique ou des Indes Orientales; il se condense, s'évapore, s'épaissit et se dessèche enfin. C'est dans cet état concret qu'on envoie les gommes résines dans le commerce.

C. *Propriétés physiques.*

7. Les gommes-résines, extraites et préparées par le moyen indiqué, sont des corps solides, cassans, presque toujours opaques, en larmes ou en fragmens irréguliers, souvent collés les uns sur les autres, ou à l'aide d'une pâte qui les lie tous. La plupart ont une odeur plus ou moins forte,

ordinairement fétide et alliacée, une saveur âcre, désagréable, amère et nauséabonde.

8. Leur couleur varie singulièrement dans les espèces ; cependant la jaune rouillée est celle qui y domine en général. Elles ne sont point idioélectriques comme les résines, elles n'arrêtent et n'interceptent pas aussi bien qu'elles le cours du fluide électrique. Elles ne sont pas fusibles de la même manière au feu et s'altèrent plutôt que de couler comme elles par l'action de la chaleur.

D. *Propriétés chimiques.*

9. Quoiqu'on n'ait encore fait que peu d'expériences chimiques, que des analyses fort incomplètes, et aucune recherche vraiment suivie sur les gommes-résines, il existe cependant au milieu même des essais et des travaux pharmaceutiques sur ces corps, quelques phénomènes généraux qui peuvent servir de caractères pour les distinguer des autres matériaux immédiats des végétaux, et qu'on peut regarder comme des propriétés appartenant à tout le genre : voici celles qu'on peut recueillir comme telles.

10. Toutes les gommes-résines se brûlent, se dessèchent, se boursouflent et exhalent des vapeurs fétides sans s'enflammer d'abord, quand on les chauffe sur des charbons. Elles donnent, quand on les distille, outre des huiles volatiles, de l'ammoniaque combinée avec un acide ; elles laissent un charbon volumineux salin. On en extrait aussi beaucoup de gaz acide carbonique par la distillation.

11. On les unit toutes à l'eau par la trituration ; elles forment avec elle une espèce d'émulsion ou une liqueur laiteuse, trouble, qui par l'action du feu ou de l'air dépose une portion de résine et retient en dissolution une matière plutôt extractive que gommeuse ou muqueuse ; leur dissolution dans l'eau est souvent acide. L'acide sulfurique con-

centré les décompose et les charbonne. L'acide nitrique les convertit en partie en acide oxalique. Les acides faibles les dissolvent, et l'acide acéteux passe en particulier depuis longtemps pour leur dissolvant spécifique.

12. Les alcalis n'ont pas la même inaction sur les gommes-résines entières que sur la véritable résine; et quand les pharmaciens les ont employés et les emploient encore pour dissoudre, comme on le dit, la résine en faisant bouillir des bois, des écorces dans l'eau, ce n'est point le principe résineux que les alcalis enlèvent ainsi plus abondamment, mais la portion d'extractif, oxigénée et devenue indissoluble ainsi que je l'ai fait voir ailleurs, c'est-à-dire une véritable matière gommo-résineuse, car cet extractif uni à l'alcali entraîne alors un peu de résine. Il faut dire la même chose de l'usage de la magnésie employée dans le même but.

13. Parmi les matériaux immédiats des végétaux qui ont quelque action sur la gomme-résine, il faut compter le muqueux, le sucre et l'extractif non oxigéné qui la rendent ou dissoluble dans l'eau ou miscible à ce liquide, comme le prouvent toutes les opérations pharmaceutiques qu'on fait pour l'administration médicale de cette substance.

E. *Espèces.*

14. Les sucs gommo-résineux sont extrêmement nombreux dans les plantes, et l'on pourrait en distinguer une quantité immense d'espèces; mais il ne doit être question ici que de celles qui sont le plus généralement connues et employées, soit dans la médecine, qui en fait un assez grand usage, soit dans les arts, quels qu'ils soient.

A. L'*oliban* ou l'*encens* est en larmes jaunes transparentes, d'une odeur forte et désagréable quand on le brûle. Il coule sur les bords de la mer Rouge, d'un genevrier, *Junip. Lycia* ou *thurifera*. Il donne au feu de l'huile volatile, une liqueur

acide, et il laisse un charbon dû, à la partie extractive qu'il contient. En médecine, il sert à pour faire des fumigations résolutives. Malgré le nom qu'il porte, ce n'est pas le corps gommo-résineux qu'on brûle comme encens, car il serait âcre et fétide; on verra qu'on emploie les baumes à cet usage.

B. Le *galbanum* est un suc gras, d'un jaune brun, d'une odeur nauséabonde; il coule en Syrie, en Arabie, au cap de Bonne-Espérance, des incisions faites à une plante férulacée, nommée *bubon galbanum* par Linné. Son odeur est manifestement alliacée. Distillé à feu nu, il donne une huile volatile bleue qui devient rouge étant gardée, une liqueur acide, une huile empyreumatique pesante. C'est un très-bon fondant et un puissant antispasmodique. Il entre dans beaucoup d'emplâtres et d'onguens.

C. La *scammonée* est d'un gris noirâtre, d'une odeur forte et nauséabonde quand on la broie ou qu'on la chauffe, d'une saveur amère et très-âcre. On distingue celle d'Alep, qui est la plus pure, en fragmens comme vermoulus, recouverts d'une poussière grise homogène; celle de Smyrne est pesante, noire et mêlée de corps étrangers. On l'extrait du *convolvulus scammonia* de Linné. La racine de cette plante, coupée et exprimée sur la place ou dans la terre, fournit un suc blanc qu'on recueille dans une cavité pratiquée dans la partie inférieure de cette racine, et qui devient noir à mesure qu'elle sèche. La scammonée contient une quantité variée d'extrait et de résine, suivant les différens échantillons : ce qui fait qu'elle produit des effets très-différens chez divers malades. On l'emploie comme purgative, à la dose de deux ou trois décigrammes jusqu'à six ou huit; mêlée avec un extrait doux, comme celui de la réglisse, elle forme le diagrède ordinaire; on se sert aussi, à cet effet, du suc de coing, et on nomme ce mélange diagrède cydonié. On l'administre ordinairement triturée avec le sucre et les amandes douces dans l'état

d'émulsion. Il nous manque encore une analyse bien faite de cette gomme-résine très-employée en médecine, ainsi que de la plupart des sucs gommo-résineux.

D. La *gomme-gutte* est en masses cylindriques, creuses dans le milieu, cannelées au dehors, d'une couleur jaune orangée, sans odeur, mais d'une saveur fort âcre et corrosive. Elle vient de Siam, de la Chine, de l'île de Ceylan; elle est extraite d'un grand arbre peu connu, nommé dans le pays *coddam pulli* et *cambogia gutta* par Linné, qui le place dans la polyandrie monogynie. Elle se délaie dans l'eau et forme une espèce d'émulsion jaunâtre; sa propriété âcre paraît beaucoup plus due à l'extrait qu'à la résine qu'elle contient; elle est fortement purgative à la dose de deux décigrammes jusqu'à quatre ou cinq. On ne doit l'employer à l'intérieur qu'avec la plus grande réserve; les alcalis diminuent beaucoup son âcreté. Les peintres s'en servent beaucoup pour une couleur jaune dorée très-belle; elle se délaie et se fond très-bien dans les huiles fixes et volatiles.

E. L'*euphorbe* est en larmes jaunes, vermoulues ou cariées, en petits cylindres tortillés, pleins de trous, d'une saveur caustique et sans odeur; elle coule des incisions de l'*euphorbium*, qui croît dans l'Ethiopie, la Lybie et la Mauritanie; elle se rassemble autour des épines de cette plante sur lesquelles elle s'épaissit et se moule; elle contient une résine très-âcre; elle est si fortement purgative qu'on la range parmi les poisons. On ne l'emploie guère qu'à l'extérieur dans les caries, dont elle borne les progrès, ou comme cathérétique sur les ulcères, dont elle ronge la surface.

F. L'*assa fœtida* est quelquefois en larmes jaunâtres, et le plus souvent en pains formés de différens morceaux agglutinés, d'une couleur rouillée et un peu nuancée de différens jaunes. Son odeur d'ail extrêmement fétide, et sa saveur amère, nauséabonde, désagréable, le font reconnaître et le distinguent parmi toutes les autres gommes-résines. On le tire

de la racine d'une espèce de *ferula* qui croît en Perse, dans la province de Chorasan, et que Linné a surnommée *assa fœtida*. La racine de cette plante est charnue et succulente ; elle fournit par l'expression un suc blanc d'une odeur affreuse, que les Indiens mangent comme assaisonnement, et qu'ils appellent *mêts des dieux*, par un contraste bien singulier avec le nom de *stercus diaboli* qu'on lui donne en Europe : délayé dans l'eau, l'*assa fœtida*, opposé par ce nom à celui d'*assa dulcis* donné autrefois au *benjoin*, forme une espèce de lait ou de liqueur trouble, d'un blanc roux, dont l'odeur très-expansible infecte un grand espace.

On s'en sert à l'intérieur comme d'un puissant antispasmodique, et on l'applique comme discussif à l'extérieur.

G. L'opopanax est un suc gommo-résineux en larmes irrégulières, d'un jaune foncé ou rouillé, d'une odeur forte, alliacée et fétide, d'une saveur âcre, amère, très-désagréable. Il est tiré du *pastinaca opopanax* de Linné, en Perse, en Turquie, et même dans quelques contrées chaudes de la France et de l'Italie.

On croit ce suc composé d'à peu près parties égales d'extractif et de résine.

Il sert en médecine comme fondant et résolutif : il entre dans plusieurs compositions emplastiques.

H. Le *bdellium* est un suc brunâtre qu'on croit être très-analogue au *galbanum*. On ne connaît point son origine. Les botanistes très-éclairés le regardent comme fort différent de celui des anciens, qui était très-estimé.

On le croit composé d'à peu près parties égales d'extractif et de résine. Il a moins de saveur et d'odeur que le *galbanum*, et lui est manifestement inférieur en vertus. Il n'est presque plus employé en médecine, quoiqu'il entre encore dans quelques compositions pharmaceutiques.

I. Le *sagapenum* est un suc gommo-résineux en larmes blanches, jaunâtres ou couleur de rouille, d'une odeur por-

racée, désagréable, insupportable, quand on le jette sur des charbons allumés. Sa saveur est âcre, amère et rebutante. Il vient d'Égypte, de la Perse, de l'Inde. On ignore l'arbre qui le fournit.

En général, ce suc ressemble, par ses propriétés, à la gomme ammoniaque, au galbanum, à l'opopanax, etc. Toutes les matières alliacées gommo-résineuses paraissent provenir des sucs propres d'ombellifères. On ne fait plus d'usage du *sagapenum* en particulier.

K. La *sarcocolle*, suc gommo-résineux, ainsi nommé, parce qu'on lui a attribué la propriété de favoriser les cicatrices et de faire comme recoller les chairs, est reconnaissable par sa forme de petits grains semblables à ceux du millet, blancs, jaunes ou rouges. Elle n'a point d'odeur; sa saveur est amère et nauséabonde. Elle est apportée de la Perse et de l'Arabie; le végétal qui la fournit est inconnu : elle est plus extractive que résineuse. On ne croit plus aujourd'hui à la vertu cicatrisante de la sarcocolle, et elle n'est plus que très-peu en usage pour quelques compositions.

L. La *myrrhe* est un suc concret en larmes rougeâtres, brillantes, souvent couvertes d'une poussière rouillée, d'une odeur forte assez agréable, d'une saveur amère un peu astringente, et qui présentent dans leur fracture des lignes blanches de la forme d'un ongle. Quelques-unes de ces larmes sont entièrement gommeuses, fades et dissolubles dans l'eau. Elle offre l'apparence d'un mélange. La myrrhe vient d'Égypte, et sur-tout d'Arabie, de l'ancien pays des Troglodites. On ne connaît pas la plante qui la fournit : elle contient beaucoup plus d'extrait et de mucilage que de résine. Quand on la broie et qu'on la tient quelque temps dans la bouche, elle se ramollit, se délaie, blanchit et devient ductile comme de la cire. On l'emploie en médecine comme un très-bon stomachique, comme un antispasmodique et un fortifiant. Carthenser recommande aux gens de lettres, qui ont l'esto-

mac délicat, d'en mâcher et de l'avaler délayée dans la salive. On s'en sert en chirurgie pour déterger les ulcères sanieux, et pour arrêter les progrès de la carie. On l'emploie en poudre ou dissoute dans l'alcool.

M. La *gomme ammoniaque* est quelquefois en larmes isolées, blanches à l'intérieur et jaunes extérieurement, et souvent en masses assez semblables à celles du benjoin, formées de larmes blanches, liées par un suc plus gluant et plus coloré. Leur couleur blanche et leur odeur fétide les font aisément distinguer du benjoin, dont elles se rapprochent assez. On soupçonne que cette gomme-résine, qui nous est apportée d'Afrique, est tirée d'une plante ombellifère, à-cause des semences qui y sont mêlées; mais on ne connaît pas la plante qui la donne, ni le lieu où elle croît, ni la manière dont on la prépare.

Les phénomènes de la dissolution de cette substance par l'eau et par l'alcool, et sur-tout son inflammabilité, la rapprochent des résino-extractifs de Rouelle.

On se sert en médecine de la gomme ammoniaque comme d'un très-bon fondant dans les obstructions rebelles. On la donne à la dose de quelques grains en pilules ou en émulsion. Elle entre aussi dans la composition de plusieurs emplâtres fondans et résolutifs, ainsi que plusieurs des autres gommes-résines précédentes.

F. *Usages.*

15. Ce que je viens d'exposer des principales espèces de gommes-résines prouve que leur usage est sur-tout applicable à la médecine, et qu'il est presque nul pour les arts, si l'on en excepte un léger emploi de quelques-unes pour la peinture.

16. Il est bien remarquable que les gommes-résines sont, ou purgatives, drastiques, et même presque caustiques, ou

antispasmodiques ; en sorte qu'on peut les diviser en deux genres par rapport à leurs propriétés médicinales.

ARTICLE XVII.

Du quatrième des matériaux immédiats des végétaux ; du caoutchouc ou *résine élastique.*

A. *Siége.*

1. Le *caoutchouc* ou la *résine élastique*, nommée très-improprement *gomme élastique* dans les arts, est une de ces matières végétales dont il a été difficile, pour ne pas dire impossible, de déterminer exactement la nature tant qu'on a voulu la comparer à d'autres matériaux immédiats, et la mettre dans la classe ou des résines ou des huiles fixes concrètes dont on l'a rapproché. En comparant toutes ses propriétés à celles de ces matières combustibles, on reconnaît bientôt que c'est un principe particulier réellement différent de tous ceux-là, et qui n'a que des analogies fort éloignées avec eux. Ce n'est, ni une huile fixe, ni une résine, ni une gomme-résine, mais une matière *sui generis.*

2. J'en fais un des matériaux immédiats des végétaux, parce qu'il paraît qu'on peut extraire du caoutchouc de plusieurs arbres de l'Amérique, et qu'il n'est pas particulier au suc de l'*hevæa* d'Aublet. Quelques botanistes, et sur-tout les voyageurs, assurent qu'on obtient de la résine élastique du suc de plusieurs arbres de ces contrées, qu'on le prépare même en épaississant et en évaporant le mélange de plusieurs de ces sucs.

3. C'est dans un ordre de vaisseaux propres que ce suc blanc, semblable à une émulsion et à celui qui fournit les gommes-résines, est contenu. Il paraît exister spécialement sous l'écorce de l'hevæa. On a été jusqu'à penser que plusieurs plantes lactescentes de nos climats tempérés, et spécialement quelques espèces d'*euphorbia*, pourraient donner une matière analogue au caoutchouc; et quoique les premiers essais n'aient pas encore eu un succès bien avéré, cette vue n'est rien moins qu'invraisemblable.

B. *Extraction.*

4. En Amérique, et sur-tout dans la Guiane, on fait des incisions en large sur l'écorce de l'hevæa, et jusqu'à ses couches ligneuses. On reçoit dans un vaisseau le suc blanc qui en découle. Comme la seule intention dans laquelle on le recueille est d'en fabriquer des vases, des espèces de bouteilles pyriformes, on applique ce suc en couches sur des moules de terre sèche : on fait sécher chaque couche au soleil ou au feu, dont la fumée les colore en fauve foncé ou en brun : on continue l'application successive de ces couches jusqu'à ce qu'on ait donné aux parois des vases ou des ustensiles qu'on fabrique l'épaisseur qu'on y desire. Les naturels du pays, occupés à ce travail, le terminent en faisant ordinairement avec des pointes de fer des dessins ou des ciselures variés. Quand le suc est bien épaissi, concret et solide, on brise la terre fragile qui formait moule, et on la fait sortir en petits fragmens par l'ouverture du vase.

5. Dans cette opération, le suc de l'hevæa s'épaissit; mais ce n'est pas, comme on l'a cru, par la seule évaporation de sa partie liquide ou de l'eau que la séparation de la matière élastique a lieu. Voici comment j'ai reconnu une autre cause de cette séparation, qui est une véritable concrétion. J'ai examiné du suc de l'hevæa, qui m'avait été envoyé de l'île de Bourbon ou de la Réunion, de celui de Cayenne et de

celui du Brésil. Peut-être ces trois sucs n'étaient-ils pas du même arbre ; mais ils m'ont présenté exactement les mêmes propriétés par rapport à la formation de la substance élastique. Tous trois contenaient un liquide blanc, trouble, d'une fétidité insupportable, au milieu duquel était contenue une matière concrete blanche, un peu spongieuse à sa surface, tres-élastique, d'un tissu doux, fin et serré, de véritable caoutchouc, en un mot, très-pur, et d'une qualité bien supérieure à celle des poires de cette substance préparées en Amérique. Ces concrétions solides et élastiques avaient la forme de bouteilles, mais moins de volume qu'elles ; elles s'étaient déposées par le temps, et sans évaporation, car les bouteilles étaient très-bien bouchées et n'avaient rien perdu. Le suc qui y était contenu, exposé à l'air, s'est recouvert très-promptement d'une couche ou croûte élastique : j'en ai accéléré la formation et la séparation en combinant l'action du calorique avec celle de l'air. Dans un vase plein de gaz oxigène, ce liquide a donné plus promptement la pellicule élastique, et il y a eu une absorption très-sensible. L'alcool en a séparé des flocons, et l'acide muriatique y a formé sur-le-champ un précipité élastique.

6. J'ai conclu de ces expériences que le caoutchouc était tout contenu dans le suc de l'hévæa, qu'il était susceptible de s'en séparer concret ; qu'une partie cependant n'y était pas encore assez formée pour se déposer avec la propriété élastique ; qu'il ne paraissait manquer qu'un peu d'oxigène à cette partie pour avoir toutes ses propriétés ; que c'était ainsi que le contact de l'air et l'acide muriatique oxigéné avaient agi sur cette substance ; que l'oxigène atmosphérique influait sur la concrétion et la solidification du caoutchouc dans la fabrication des ustensiles qu'on en fait dans les pays chauds où croît l'hevæa. J'ai proposé, d'après ces notions, de faire venir en France du suc d'hevæa, en y ajoutant de l'alcali caustique, qui empêche le corps élastique de se précipiter, afin

de pouvoir en fabriquer tous les ustensiles convenables, ou de plonger des moules dans le suc pour y faire spontanément déposer le caoutchouc, qui sera alors plus pur que le suc entier concentré et épaissi, tel qu'on l'emploie, couche par couche.

7. On voit aussi que le caoutchouc le plus pur est celui qui se sépare ainsi du suc de l'hevæa spontanément, et en le gardant enfermé dans des vases; que c'est sur celui-ci plutôt que sur celui qui est fabriqué en vases qu'il faut faire les expériences propres à en déterminer la nature, et qu'il sera très-utile d'employer ce même suc concret blanc, et déposé spontanément au milieu du suc aux usages auxquels on le fait servir, et que j'indiquerai à la fin de cet article.

C. *Propriétés physiques.*

8. Le caoutchouc pur et blanc ou légèrement fauve, extensible, élastique, compressible, reprenant son premier état, sa première dimension quand le tiraillement ou la compression cesse. Son tissu est serré, brillant, dense, fibreux et fin comme celui des animaux : il est mou, et le devient encore davantage quand on le chauffe : on peut lui faire prendre par ce procédé simple toutes les formes que l'on desire. Il perd une partie de ses propriétés par le froid.

9. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau :: 9.335 : 10.000. Il n'a ni saveur ni odeur sensibles. Quand on le coupe et qu'on rapproche les parties coupées les unes des autres, en les maintenant par une pression plus ou moins forte, il se colle si intimement, et ses parties adhèrent entre elles avec une telle force qu'on ne peut plus les séparer, et qu'elles forment un tout parfaitement homogène. On se sert souvent de cette belle propriété pour réunir des fragmens et des lanières de cette substance.

D. *Propriétés chimiques.*

10. Le caoutchouc, exposé à un feu violent, se ramollit, se fond, se boursoufle, exhale une odeur fétide, se recroqueville comme quelques matières animales, finit par s'enflammer et brûler avec une flamme assez vive et huileuse : aussi s'en sert-on dans les pays où il croît pour s'éclairer, à la manière des torches ou des flambeaux. Chauffé dans une cuiller d'argent, il se convertit en une espèce d'huile noire, qui reste grasse et collante, quoiqu'exposée plusieurs mois à l'air, et ne redevient jamais élastique. Quand on le distille dans des vaisseaux fermés, il donne un peu d'eau trouble et chargée d'un sel ammoniacal encore peu connu, une huile épaisse, brune, en partie concrète et fétide, du gaz hidrogène carboné, et du gaz acide carbonique. Il laisse un charbon spongieux, très-peu abondant, où l'on ne trouve que quelques traces de matière saline, et qui est difficile à brûler. On voit que ces produits se rapprochent de ceux du glutineux et des matières animales.

11. On ne connaît point d'union entre les corps combustibles simples et le caoutchouc. L'air ne lui fait éprouver aucune altération. L'eau bouillante le ramollit, le gonfle comme une peau, lui donne une demi-transparence, mais ne le dissout point. Le caoutchouc ainsi ramolli est bien dissoluble dans l'éther, tandis qu'il ne l'est pas dans son état naturel. C'est à Pelletier qu'est due cette découverte, qui résout le problème si long-temps cherché de la dissolubilité du caoutchouc, annoncée par Macquer en 1763, mais trouvée ou difficile ou impossible par tous les chimistes qui se sont occupés de cet objet jusqu'à Pelletier.

12. Les acides puissans et à radicaux simples ont de l'action sur le caoutchouc ; l'acide sulfurique concentré le réduit à l'état charbonneux, et le noircit en devenant sulfureux; l'acide

nitrique l'attaque, le ronge et le jaunit comme le liége, le change en acide oxalique et en corps graisseux. Les autres acides n'ont point d'action sur lui ; les alcalis caustiques ne lui font éprouver aucune altération, et ne le mettent point à l'état savonneux : ce qui prouve qu'il n'a point de véritable rapport avec une huile fixe. Les sels ne l'attaquent point et n'en changent pas les propriétés. On n'a point examiné l'action des oxides et des dissolutions métalliques sur ce corps.

13. Parmi les matières végétales, les huiles sont les seules qui aient une action marquée sur le caoutchouc. Les huiles fixes bouillies sur cette substance la dissolvent, ainsi que la cire fondue ; mais elle reste grasse et visqueuse dans les dissolutions. Les huiles de lavande, d'aspic et de térébenthine la dissolvent à l'aide d'une légère chaleur ; mais les liqueurs visqueuses restent collantes, ne peuvent se dessécher, poissent les mains, et ne peuvent pas servir. C'est dans des mélanges d'huiles fixes et d'huiles volatiles qu'on la fond pour former les vernis gras et toujours collans dont on enduit les taffetas. Une dissolution de caoutchouc dans l'huile d'aspic, mêlée avec de l'alcool, a déposé des flocons blancs, indissolubles dans l'eau chaude, qui ont nagé à la surface de ce liquide, qui sont devenus blancs et solides comme de la cire par le refroidissement. Berniard, à qui est due cette expérience, croit que ce précipité était une véritable huile fixe concrescible ; mais il manque beaucoup d'exactitude à cette assertion pour la regarder comme prouvée.

E. *Espèces.*

14. On ne connaît pas encore plusieurs espèces de caoutchouc, quoiqu'il soit vraisemblable qu'il y en a véritablement plusieurs de différentes, sinon sous le rapport des caractères chimiques, au moins sous le point de vue de leur origine. D'après ce qui a été exposé plus haut, il y a du

caoutchouc blanc et pur déposé dans le suc même enfermé dans des vases, et du caoutchouc impur séché à l'air et à la fumée ; mais ce dernier ne diffère du premier que par quelques impuretés qui l'altèrent, et dont il est même possible de le priver par l'action successive de l'eau et de l'alcool, aidés par la chaleur.

15. Quand on connaîtra mieux l'histoire des différens arbres qui peuvent fournir du caoutchouc, et quand on aura examiné comparativement leurs produits, on pourra distinguer alors, sinon des espèces, au moins des modifications ou des variétés de ce suc, et l'on saura s'il est permis d'espérer de trouver dans les plantes ou les arbres de nos climats tempérés quelques matériaux susceptibles de fournir aux arts une matière analogue à celle-là.

F. *Usages.*

16. On conçoit facilement qu'un corps dur, solide, inaltérable à l'air, indissoluble dans l'eau, inattaquable par la plupart des dissolvans, et qui joint à ces précieuses qualités celle plus précieuse encore d'être fortement élastique, doit offrir un grand nombre d'usages importans pour les arts. La médecine l'emploie pour la fabrication de sondes, de bougies, de pessaires, de bandages et d'une foule d'ustensiles chirurgicaux propres à diminuer ou même à guérir un grand nombre de maladies. Il faut observer que tous ces ustensiles sont susceptibles de se ramollir et de se détendre par la chaleur et par le contact des humeurs animales, et qu'ainsi on doit se guider sur cette propriété pour donner une forme et des dimensions qui admettent l'augmentation de volume qu'ils éprouvent. Pour faire les sondes de caoutchouc pur, on dissout ce corps ramolli et gonflé par l'eau dans l'éther, et on applique la dissolution en couches successives qui s'évaporent sur des moules de cire, qu'on fond ensuite dans l'eau bouillante.

17. Dans les pays où croissent les arbres qui fournissent ce suc solide, élastique et inflammable, on en fabrique des flambeaux ou des torches qui servent à éclairer, ainsi que des vases et des instrumens qui peuvent servir à un grand nombre d'usages. Ces vases tiennent très-bien l'eau et les diverses liqueurs, auxquelles ils ne communiquent ni saveur ni odeur. On en fait des bottes et des souliers qui durent long-temps, et qui se prêtent au mouvement des parties.

18. En Europe, les poires ou vases de caoutchouc qu'on y apporte sont découpés en morceaux, en lanières, qui servent à effacer les traces des crayons de carbure de fer, à faire des jarretières, à former des soupapes et des tirans de machines, sur-tout pour les instrumens de physique et de chimie. On la dissout dans des mélanges huileux pour l'appliquer en enduits ou vernis impénétrables à l'eau sur les taffetas avec lesquels on fabrique des vêtemens, des machines aérostatiques : mais la plupart de ces enduits ont l'inconvénient d'être gras et de se ramollir, de sorte à devenir très-collans par les rayons du soleil et par la chaleur.

ARTICLE XVIII.

Du quinzième des matériaux immédiats des végétaux ; des baumes.

A. *Siége.*

1. Buéquet est le premier chimiste qui ait distingué, en 1774, les baumes naturels d'avec les résines et les gommes-résines, en regardant comme tels les sucs résineux toujours

unis à un acide qui est constamment l'acide benzoïque, et en leur donnant pour caractères propres à les faire reconnaître la propriété de fournir cet acide concret et sublimé par l'action du feu, et de rendre acide l'eau dans laquelle on les faisait fondre et bouillir quelque temps. Cette dénomination ainsi déterminée a fixé enfin la valeur d'un terme qui n'était jusque-là que vague et incertaine, puisqu'elle était attribuée, soit en raison de la liquidité des sucs résineux, soit à ceux qui avaient une odeur fragrante et agréable, soit à des composés pharmaceutiques huileux ou alcooliques, auxquels on communiquait cette propriété par des mélanges de plusieurs matières plus ou moins odorantes. Elle est d'autant mieux attribuée aux corps de ce genre, que l'acide volatile aromatique qu'ils contiennent leur donne une odeur vive.

2. Tout ce que j'ai dit des propriétés des huiles volatiles ne laisse aucun doute sur le caractère acidifiable de ces substances, et conséquemment sur l'origine et la formation des baumes naturels, puisque ceux-ci ne paraissaient être en effet que des huiles volatiles dont l'oxigénation a converti une partie en résine et l'autre en acide : aussi ces matières ont-elles, à ce qui paraît, le même siége dans les végétaux que ces huiles ; et quoiqu'on n'emploie encore que peu de baumes naturels, quoiqu'on n'en connaisse encore qu'un petit nombre, ce nombre suffit pour en prendre cette idée, et pour regarder ces produits comme existant dans beaucoup de parties des végétaux.

B. *Extraction.*

3. L'on n'a encore que peu de notions exactes sur la manière dont on se procure la plupart des baumes naturels. On voit cependant par l'exemple du baume du Péron que ces matières coulent des arbres sous la forme molle et visqueuse de la térébenthine, puisqu'on les recueille dans des cocos entiers, où ils s'épaississent et se solidifient.

4. Lorsqu'on saura mieux qu'un grand nombre de végétaux contiennent des sucs balsamiques plus ou moins concrets, des huiles volatiles résinifiées et acidifiées, on pourra, en leur appliquant des dissolvans appropriés, et sur-tout l'alcool, obtenir ces produits immédiats, et augmenter la classe de ces matériaux assez importans pour les arts. Déja même on le pratique sans y avoir fait l'attention convenable aux progrès de la science, en traitant par l'alcool plusieurs matières végétales, qui, comme on le verra dans l'exposé des espèces, sont véritablement chargées de baume. On fabrique des espèces de baumes solides en épaississant par l'action du feu ou à l'air celles des huiles volatiles qui sont le plus disposées à se résinifier et à s'acidifier.

C. *Propriétés physiques.*

5. Les baumes ne peuvent jamais être liquides et légers comme les huiles volatiles, puisqu'ils sont toujours le produit de l'altération de ces dernières. Ce sont donc des sucs épais, visqueux, coulant avec peine et lenteur, prenant promptement et facilement la forme concrète, d'une couleur brune ou rouge, d'une odeur agréable et très-aromatique quand on les broie, quand ils sont frottés ou chauffés, et sur-tout quand on les pique avec des aiguilles rouges.

6. Leur pesanteur spécifique est à celle de l'eau : : 10.900 ou 11.000 : 10.000; ils ont tous une saveur âcre et forte quand on les mâche pendant quelque temps; ils rougissent les couleurs bleues végétales lorsqu'on les délaie en poudre avec ces couleurs dissoutes dans l'eau. Lorsqu'on les chauffe, ils se fondent et exhalent promptement une vapeur blanche d'une odeur très-forte et très-piquante. En refroidissant, après avoir été fondus, ils offrent à leur surface une poussière blanche aiguillée ou neigeuse. Cette chaleur qui les fond les altère déja et les décompose en partie.

D. *Propriétés chimiques.*

7. Toutes les propriétés chimiques des baumes naturels montrent que ces substances sont des composés de résines et d'acide benzoïque. Beaucoup de ces propriétés étant analogues à celles des résines, il ne faut insister que sur celles qui peuvent les en distinguer, et qui sont dues, comme on va le voir, à la présence de l'acide benzoïque dans ces sucs.

8. Lorsqu'on les chauffe fortement avec le contact de l'air, ils donnent, en se fondant et se boursouflant, une fumée blanche très-odorante, aigre et âcre même, excitant la toux et la sortie des larmes, qui, lorsqu'elle est répandue dans l'air, lui communique un parfum agréable; c'est le véritable encens. En les chauffant dans des vaisseaux fermés, la matière de cette vapeur se condense en aiguilles et en lames cristallines acides. On en obtient, en un mot, l'acide benzoïque, dont j'ai parlé en détail dans un des articles précédens, et qui fait jusqu'à un cinquième de leur poids. Après avoir donné ce produit, ils se comportent absolument comme des résines.

9. A l'air, ils sont inaltérables, lorsqu'on les y expose bien secs et concrets; s'ils sont encore mous, ils s'y dessèchent, et laissent quelquefois exhaler, quand l'air est très-chaud, une petite portion de leur acide qui s'effleurit à leur surface, et les recouvre d'une poussière, d'une neige ou de petites aiguilles blanches, qu'on nomme *fleurs* dans quelques substances.

10. L'eau dans laquelle on les fait bouillir les ramollit, les fond et en dissout une partie de l'acide, qu'on peut même en obtenir séparé et cristallisé par le refroidissement de ce liquide, comme Geoffroy l'a le premier indiqué au commencement du dix-huitième siècle; mais on ne peut avoir ainsi qu'une petite partie de leur acide benzoïque; la plus grande partie reste fixée et enveloppée par la résine fondue : de sorte qu'on ne peut point

en faire l'analyse exacte par ce procédé, mais prouver seulement que les baumes contiennent un acide concrescible et volatil.

11. Les acides n'agissent point sur les baumes; les alcalis leur enlèvent l'acide benzoïque, et forment des benzoates dissolubles. On emploie sur-tout la chaux pour en extraire ainsi l'acide à la manière de Schéele, comme je l'ai déja dit à l'article des acides.

12. Les baumes sont, comme les résines, dissolubles dans les huiles, sur-tout les volatiles, et forment des dissolutions plus ou moins épaisses, visqueuses et collantes, qu'on prépare fréquemment pour les usages pharmaceutiques.

E. *Espèces.*

13. J'ai déja annoncé qu'il y avait plus de matières végétales balsamiques qu'on n'en compte dans la matière médicale ou la pharmacie; on n'a connu jusqu'ici que le benjoin, le baume du Pérou et de Tolu qu'on a confondus ensemble, et le storax, auquel il faut ajouter le styrax commun des boutiques, comme variété du storax. J'ajoute à ces espèces bien connues le baume de vanille et celui de canelle, parce que ces deux matières, contenant une huile volatile et de l'acide benzoïque, sont dans la condition requise pour former véritablement des baumes.

A. Le *benjoin :* on en distingue de deux sortes, le benjoin amygdaloïde formé de larmes blanches, semblables à des amandes liées par un suc brun; il ressemble au nougat de nos tables. Le benjoin commun est brun et sans larmes; il répand une odeur très-suave, lorsqu'on le fond ou lorsqu'on le pique avec une aiguille chaude. L'arbre qui le fournit est peu connu : Driender le nomme *styraxe benzoin.* Murray observe cependant que l'écorce et le bois de cet arbre répandent l'odeur du benjoin même en le brûlant; suivant lui, il est fort douteux que ce baume en provienne.

Le benjoin vient du royaume de Siam et de l'île de Sumatra. Il ne donne que peu d'huile volatile à cause de sa solidité. L'eau bouillante en extrait un sel acide en aiguilles, dont l'odeur est forte, et qui cristallise par refroidissement; on le retire aussi par la sublimation; on le nommait autrefois *fleurs de benjoin*. Cette opération se fait dans deux terrines vernissées placées l'une au-dessus de l'autre, et lutées au papier. Il faut pour cela donner un feu doux, sans quoi le sel est brun. Le cône de carton qu'on employait autrefois laisse perdre beaucoup d'acide concret. J'ai fait connaître les propriétés de cet acide dans un des articles précédens. Le benjoin, distillé ensuite à la cornue, donne un phlegme très-acide, une portion d'acide concret et brun, de l'huile brune et épaisse; le charbon qui reste contient un peu de potasse et quelques traces de sels alcalins et calcaires.

Le benjoin se dissout dans l'alcool, et sa teinture précipitée par l'eau constitue le *lait virginal*. On emploie le sel de benjoin ou l'acide benzoïque comme un bon incisif dans les maladies pituiteuses des poumons ou des reins. Son huile est résolutive; on s'en sert à l'extérieur pour les membres paralysés, etc. Le benjoin entier sert comme encens.

B. *Le baume de Tolu :* on l'apporte ou en larmes jaunâtres, ou dans un état fluide; il coule du *toluifera*, placé par Linné dans la décandrie monogynie. Il vient de l'Amérique méridionale, dans un pays situé entre Carthagène et le Nom-de-Dieu, que les insulaires appellent *Tolu*, et les Espagnols, *Honduras*. Il donne à l'analyse les mêmes produits que le benjoin, et sur-tout un sel acide concret; on l'emploie dans les maladies du poumon; on en fait un sirop.

C. *Le baume du Pérou :* les naturalistes modernes distinguent le baume du Pérou de celui de Tolu. Il coule en effet d'un arbre différent; il vient en larmes rougeâtres ou renfermées dans des cocos; on l'en extrait en plongeant ces coques dans l'eau bouillante, qui le ramollit et le fait couler. Il présente

les mêmes propriétés chimiques, et sert aux mêmes usages que le précédent. Son odeur est un peu différente quand on le compare immédiatement à celle du baume de Tolu.

D. *Le storax* est un baume solide en larmes rouges sèches, ou brunes et grasses. Il a une odeur très-forte; il coule du liquidambar oriental, plante peu connue. Duhamel a vu couler de l'alibousier un suc d'une odeur analogue. Neumann a fait l'analyse du storax pur; il en a retiré très-peu d'huile volatile, un sel acide concret, une huile épaisse.

Son usage est semblable à celui du benjoin; on l'emploie sur-tout pour les parfums.

On l'envoyait autrefois renfermé dans des roseaux; ce qui lui avait fait donner le nom de *storax calamite:* aujourd'hui il nous arrive sous la forme de pains ou de masses irrégulières brunes, rougeâtres, mêlées de quelques larmes plus claires, et d'une odeur très-suave.

Le styrax commun, employé pour la préparation de l'onguent qui porte son nom, est un suc liquide, provenant du même arbre que le storax; c'est la partie la plus grossière et la plus impure du liquidambar; il contient beaucoup d'ordures, de portions d'écorce. Le citoyen Bouillon-la-Grange en a fait un examen chimique; il a trouvé qu'il se grumelait et se boursouflait beaucoup par l'action du feu, qu'on en perdait beaucoup en voulant le purifier par la fusion et le tamis, comme on l'a proposé dans les ouvrages de pharmacie : il en a retiré de l'acide benzoïque assez abondamment par la chaux; il a proposé de le purifier par l'alcool, et de l'employer ainsi purifié pour la préparation de l'onguent. Obtenu par ce procédé, il prend la plupart des caractères du vrai storax.

E. J'admets un baume de vanille, quoiqu'on ne le connaisse point encore, et qu'on ne l'ait pas extrait, parce que ce légume laisse volatiliser de l'acide benzoïque, et parce qu'il contient une résine assez abondante. En traitant la vanille par l'alcool, et en évaporant sa dissolution ou sa teinture

alcoolique, on obtiendra ce baume, qui présentera les caractères du storax.

F. J'en dis autant de la canelle, puisqu'elle donne de l'huile volatile abondamment par la distillation, puisque son eau distillée laisse déposer par le refroidissement des cristaux d'acide benzoïque. En traitant la canelle par l'alcool, et en faisant évaporer la teinture forte qu'on en obtient, il y a lieu de croire qu'on extraira un véritable baume de canelle, cassant, brun, odorant, fusible, donnant de l'acide benzoïque par l'action du feu, etc.

F. *Usages.*

14. Les baumes, comme on l'a vu, sont fort employés en médecine. Ils servent plus encore dans les parfums; on les met, pour ce dernier usage, sous toutes sortes de formes. Ils empêchent et éloignent la putréfaction des matières animales, et sont extrêmement utiles dans les embaumemens, qui en tirent leur nom. On en combine quelquefois le parfum avec l'alcool et le sucre pour faire des liqueurs de table, ect.

ARTICLE XIX.

Du seizième des matériaux immédiats des végétaux, des matières colorantes.

A. *Siége.*

1. La coloration des végétaux et de leurs différentes parties est un des plus beaux phénomènes que présente l'économie végétale. Elle a frappé dans tous les temps les philosophes, et ils

en ont sans cesse cherché la cause. Les chimistes ont cru, après beaucoup de recherches, qu'elle était due à une matière particulière qu'ils ont nommée *principe colorant;* mais ils ont bientôt reconnu que ce prétendu principe, au lieu d'être identique et constant, était très-varié dans ses propriétés, et ne devait pas être regardé comme une seule et même matière. Quand même il serait bien prouvé, comme le grand Newton l'a avancé, que la coloration diverse dépendît de la diversité des surfaces et de la manière avec laquelle chacune de ces surfaces réfléchit ou réfrange les rayons lumineux, il résulterait d'abord que la différence même de ces superficies ou de l'extérieur de ces corps supposerait une différence dans le tissu et dans la composition de chacune d'elles. Ainsi par cela seul que les couleurs des diverses parties des végétaux sont très-variées, il s'ensuit que cette variété même entraîne nécessairement celle de leur nature: ce qui prouve évidemment qu'on ne doit pas admettre un principe colorant unique dans les plantes.

2. La plus légère observation sur les végétaux prouve qu'outre la couleur verte généralement répandue dans leurs feuillages, leurs différentes parties sont teintes d'une manière très-diversifiée, qu'aucune ne ressemble entièrement à une autre par cette propriété, et que le siége de ce qu'on nomme parties colorantes se trouve disséminé dans tous leurs organes, presque avec une sorte d'indifférence qui annonce que cette propriété même de la coloration coûte en quelque manière très-peu à la nature, et qu'elle est constamment comme la suite nécessaire de tous les phénomènes de la végétation.

3. Cependant la même observation, quoique rapide, suffit également pour faire voir que le contact de la lumière influe tellement sur la formation des parties colorantes, qu'elle semble même nécessaire pour les produire. Les écorces, depuis l'épiderme jusqu'aux couches corticales, sont constamment plus colorées que l'intérieur des troncs et des arbres. Les feuilles,

en sortant de leurs boutons, sont d'un vert pâle qui se forme peu à peu à mesure qu'elles se développent et s'épanouissent dans l'air ; celles qui sortent à l'ombre sont blanches et isolées comme les tiges ou les rameaux. Au moment où les fleurs s'ouvrent ou s'élancent hors des calices qui les tenaient repliées ou renfermées, elles sont la plupart sans couleur, et n'en prennent une qu'à mesure qu'elles sont exposées à l'air et au soleil. Cependant il semble qu'on trouve une exception à cette règle, en voyant les racines et les fruits offrir dans l'intérieur même de leur tissu, toujours privé de la lumière, une coloration quelquefois très-prononcée ; et c'est souvent dans les parties profondément cachées que l'art de la teinture trouve les couleurs les plus belles et les plus durables. Cette objection diminue de force, lorsqu'on remarque que ces racines et ces fruits colorés appartiennent en général à des végétaux qui ont été long-temps plongés dans la lumière, qui croissent dans des latitudes où les rayons du soleil les frappent verticalement, qui ont une vigueur forte et durable dans leur végétation, et où conséquemment l'influence du principe lumineux s'est fait ressentir jusque dans les organes les plus intimes et les plus profonds de leur corps.

B. *Extraction.*

4. Dès que les matières colorantes végétales doivent être reconnues plus ou moins nombreuses et différentes les unes des autres, il est évident que les moyens de les extraire doivent varier comme leur nature même. Il n'est pas question ici seulement des parties colorées des végétaux qui, dans leur masse, n'exigent que d'être séparées de celles qui ne le sont pas, et qu'il suffit de trier, de cueillir ou d'isoler mécaniquement les unes des autres. Ce ne sont là que les réservoirs des matières colorantes ; ce ne sont que des surfaces le plus souvent dures et ligneuses, auxquelles les véritables parties co-

lorantes sont collées en quelque sorte et adhérentes comme des vernis. Il faut les enlever ou les détacher de ces surfaces.

5. Cette séparation ne peut pas être opérée par des moyens mécaniques, parce que les matières colorantes sont d'une ténuité extrême, et le plus souvent dans un état de sécheresse et néanmoins d'adhérence si grandes aux parties qu'elles recouvrent et qu'elles décorent en quelque manière, que ce n'est que par des procédés chimiques qu'on peut parvenir à les leur enlever. On a presque toujours recours à des dissolvans différens, suivant la diversité de ces matières. L'eau froide ou chaude, la longue ébullition, quelquefois les matières alcalines ou d'autres réactifs appliqués à ces corps végétaux colorés, sont les principaux moyens qu'on met en usage, soit dans les opérations chimiques et dans l'intention d'en examiner la nature, soit dans les procédés de la teinture, et dans la vue d'appliquer ensuite les couleurs aux fils, aux tissus te aux étoffes qui doivent les recevoir.

6. Quelquefois la partie colorante végétale est dissoute ou étendue dans des liquides végétaux qu'il ne s'agit qu'alors d'extraire par la pression ; mais ce cas n'a presque lieu que pour les couleurs vertes et que pour les fécules qui en sont le foyer; et s'il se présente souvent au chimiste dans ses expériences, il ne s'offre que très-rarement au teinturier dans sa pratique. D'ailleurs, pour le chimiste même, c'est de toutes les circonstances relatives à l'extraction des parties colorantes végétales, la moins fréquente, puisqu'elle n'a véritablement d'application que pour les couleurs vertes.

7. Il est beaucoup de circonstances où l'art chimique ne se borne pas, pour la préparation des couleurs, à extraire ces matières des substances végétales qui les contiennent; il s'étend souvent jusqu'aux procédés propres à les modifier, ou à les former véritablement, soit par une suite d'altérations spontanées dont elles sont susceptibles par la fermentation et l'agitation dans l'air, soit en les mélangeant avec diverses sub-

tances qui, en les rendant plus dissolubles, les modifient, et les font passer à l'état que l'art exige. C'est ainsi qu'on fait passer par la fermentation la fécule de l'indigotier et du pastel de l'état vert au bleu, les poussières grises ou fauves des lichens au rouge brillant de l'oseille, etc.

C. *Propriétés physiques.*

8. En traitant de substances aussi variées et aussi nombreuses que les couleurs des plantes, il est impossible de s'occuper d'autres propriétés physiques générales que de leur coloration même; et ce seul phénomène offre en lui-même une assez belle suite d'observations et de nuances pour mériter quelques considérations particulières. Parmi les variétés multipliées de couleurs dont brillent les végétaux, on reconnaît que le vert est le plus abondant et le plus généralement répandu, et que ce vert qui varie sans cesse dans sa nuance, et qui passe d'abord du vert tendre au vert foncé, se dégrade ensuite dans tous les végétaux, de manière à se terminer par un fauve plus ou moins fixe et prononcé, qu'on connaît sous le nom de *feuille morte*. On reconnaît ensuite que le jaune est aussi une des couleurs végétales les plus fréquentes, et en même temps que c'est la couleur la plus permanente et la moins altérable qui soit connue. On voit ensuite le bleu et le rouge se présenter encore dans une grande abondance, et offrir des nuances extrêmement variées, dont les tons et les qualités sont aussi intéressantes pour le spectacle qu'étonnantes par leur inconcevable multiplicité. Enfin l'observation prouve encore que parmi les couleurs mixtes, il en est une foule qui sont le résultat de l'union ou du mélange de deux ou de plusieurs matières colorantes, tandis qu'il en est d'autres qui sont d'une composition simple et primitive.

9. La cause première de la coloration dans tous les corps paraissant être due à la propriété diverse qu'ont ces corps de

réfléchir différens rayons lumineux, il est important de remarquer ici que la réflexion la plus faible renvoie les rayons bleus, voisins du noir, que le rayon jaune dépend d'une réflexion plus considérable, et que le rouge est celui qui annonce la plus forte réflexion. On peut ajouter à cette considération, qu'un même ordre semble être observé par la nature dans la combustion et la coloration des flammes. La combustion la plus faible produit une lumière bleue ; une plus forte inflammation donne une lumière jaune, et la plus énergique donne naissance au blanc, suite de la réflexion totale des rayons lumineux. Il semble qu'il y ait encore ici quelque analogie avec le phénomène de l'oxidation des métaux. Les moins oxidés sont noirs ou bleus ; ils passent de-là en s'oxidant plus au jaune et à l'orangé ; et, surchargés d'oxigène, ils deviennent rouges et blancs. C'est ainsi que la couleur des masses d'air est bleue, ainsi que la lumière de la lune reçue sur des corps blancs, comme celle qui enveloppe l'ombre des corps projetée sur des surfaces blanches. Quelqu'ingénieux que soient ces rapprochemens, ils n'apprennent cependant rien de positif sur la nature des parties colorantes, et ils n'ont encore aucun rapport exact avec leurs propriétés chimiques.

D. *Propriétés chimiques.*

10. Quoique d'après les diversités déja annoncées dans les matières colorantes végétales, il soit véritablement impossible de donner des caractères génériques qui leur conviennent à toutes ; quoiqu'il soit évident que leur histoire exacte ne peut être que spécifique, il est cependant utile de chercher dans la généralité de leurs propriétés quelques-unes de celles qui, plus ou moins prononcées comme caractéristiques de ces substances, et n'appartenant pas aux substances d'un autre genre, doivent être véritablement comptées comme leur appartenant exclusivement. On sent bien que ce ne pourra pas

être dans le même ordre qui a été adopté pour tous les autres matériaux immédiats traités jusqu'ici, que ce tableau chimique sera dressé ; comme elles ne ressemblent vraiment à aucun de ces matériaux, leur histoire chimique doit en être aussi, jusqu'à un certain point, indépendante. Les premiers chimistes qui se sont occupés de l'examen de ces matières colorantes, Hellot, Lepileur d'Apligny, Hecquet d'Orval, Mazéas, Macquer et Pœrner, n'ont connus et n'ont pu commettre que des erreurs. Ce n'est que depuis les heureuses données de la doctrine pneumatique que le citoyen Berthollet a commencé à jeter le plus grand jour sur cette partie, et que les citoyens Haussman et Chaptal ont augmenté aussi nos connaissances à cet égard.

11. C'est particulièrement par les attractions chimiques que les matières colorantes végétales exercent sur les acides, les alcalis, les terres, les oxides métalliques, l'oxigène et les tissus, depuis la laine jusqu'au lin, que ces matières se distinguent éminemment des autres matières végétales, comme le citoyen Berthollet l'a le premier fait connaître. Leur attraction pour l'alumine et les oxides métalliques est telle qu'elles l'enlèvent souvent aux acides, et se précipitent avec eux du sein de leur dissolvant commun. Leur union avec ces bases terreuses ou métalliques modifie leurs couleurs, les change souvent, mais les rend, d'une part, plus permanentes qu'elles ne l'étaient, et plus insensibles à l'action de l'air et des autres agens extérieurs.

12. Un des principaux et des plus essentiels caractères des parties colorantes, c'est d'être altérables et changeantes par le contact de l'air et de la lumière. En général, l'oxigène est absorbé par ces matières, qui passent au jaune, au brun ou rouge marron, suivant la proportion qu'elles en contiennent. Beaucoup, en même temps, perdent une portion de leur hidrogène, qui forme de l'eau par une véritable combustion lente ; et alors le carbone prédominant contribue sur-tout à les faire

passer à une coloration plus grande, et à des nuances de plus en plus foncées. Ainsi, en général, toutes les couleurs végétales éprouvent ce double effet de la part de l'air; elles en absorbent l'oxigène, et laissent dissiper une portion de leur hidrogène : de manière cependant que la suite du premier effet est en général une formation de nuances rouges ou brunes, et que celle du second est une tendance perpétuelle vers le noir, vers l'état charbonneux, vers un des termes de la décomposition végétale. L'acide nitrique, l'acide sulfurique et l'acide muriatique oxigéné agissent de la même manière sur les parties colorantes. J'ai fait voir, dans un travail particulier sur les matières végétales dissoutes dans l'eau, que toutes ont plus ou moins de couleur, que leur coloration augmente par le contact de l'air et par l'absorption de l'oxigène; que des doses déterminées de celui-ci produisent des espèces de composés arrêtés à une certaine température dont le caractère était d'avoir telle ou telle teinte; que le *maximum* de cette oxigénation colorante est, après avoir passé par les rouges et les bruns, de produire le jaune, la plus constante, la plus fixe, la plus inaltérable des couleurs naturelles des végétaux. Le citoyen Berthollet a considéré, de son côté, la coloration en brun foncé et en noir par le contact de l'air, comme le produit d'une combustion de l'hidrogène et de la dénudation du carbone, comme une sorte de combustion lente. Et il a fait voir que la solidité, la fixité des couleurs végétales dépendaient de la disposition plus ou moins grande qu'avaient ces parties à éprouver cette combustion.

13. A mesure que les matières colorantes éprouvent le premier de ces effets ou l'absorption de l'oxigène, qui se combine en entier à elles et qui en change la nuance, elles cessent en général d'être aussi dissolubles dans l'eau qu'elles l'étaient d'abord; elles deviennent même entièrement indissolubles dans ce liquide; elles prennent en même temps de la dissolubilité dans les alcalis et dans l'alcool; elles paraissent

se rapprocher beaucoup des matières huileuses, tenir une sorte de milieu entre les résines et les graisses, sans être cependant exactement ni les unes ni les autres ; elles sont ce que j'ai nommé l'*extractif oxigéné* : car le plus grand nombre des couleurs végétales sont du caractère de ce qu'on a désigné par le nom d'*extraits*. Il en est de même de celles qui se sont foncées par la perte de leur hidrogène et par la surabondance de leur carbone : en devenant plus noires, elles sont devenues moins altérables, moins sensibles, moins dissolubles, et l'on remarque même que les parties colorantes qui, de leur nature, sont les plus solides, les moins changeantes, les plus durables ou permanentes, doivent cette propriété à la proportion considérable de carbone à nu qu'elles contiennent. Aussi sont-elles préparées en général par une combustion préliminaire plus ou moins avancée de leur hidrogène, qui a lieu sur-tout dans les fermentations dont on se sert pour l'indigo, le pastel, la vouède, etc. : c'est ce qui fait que ces couleurs, quoique susceptibles encore d'éprouver quelques changemens par l'oxigène, sont plutôt délayables que dissolubles.

14. Les matières colorantes s'unissent facilement aux oxides métalliques, et éprouvent de leur part, dans l'union qu'elles contractent avec eux, une combustion proportionnée à la quantité d'oxigène qu'elles peuvent leur enlever : ainsi les couleurs de ces combinaisons sont, comme l'a fait remarquer le citoyen Berthollet, un produit de celle qui leur est propre et de celle de l'oxide, plus l'oxigène ajouté aux premières et moins celui qui est enlevé au dernier ; car il faut calculer ce double effet qui modifie la nuance de chacune de ces substances. De là les oxides auxquels l'oxigène est peu adhérent sont les moins propres à attirer et à fixer les matières colorantes végétales qu'ils brûlent trop fortement, comme le font ceux d'or, d'argent et de mercure : ceux qui en cèdent trop et qui éprouvent par là de grands changemens dans leur couleur, tels que ceux de bismuth, de plomb et de cuivre, sont aussi

de mauvais intermèdes : les plus propres à remplir l'objet de fixer les couleurs sans les altérer, sont ceux qui retiennent l'oxigène avec force, qui changent peu de couleur en en cédant une portion. C'est ainsi que l'oxide d'étain, peu adhérent aux dissolvans acides, très-attiré par les parties colorantes, leur donnant une base d'un beau blanc et qui relève leur éclat en affaiblissant leur teinte, a les plus grands avantages dans la teinture.

15. C'est par cette théorie simple que s'expliquent l'effet produit sur les dissolutions de parties colorantes par les dissolutions métalliques, et sur-tout la précipitation qu'y occasionne le muriate d'étain suroxigéné. Il y a quelque analogie entre cet effet et celui de l'alumine, qui s'unit très-facilement aux matières colorantes, qui abandonne souvent ses dissolvans acides pour s'y combiner, qui, en se précipitant avec elles sur les étoffes, en favorise l'adhérence et la stabilité, et qui, par son blanc pur, éclaircit leur nuance en arrêtant en même temps la marche de leur combustion, soit dans la fixation de l'oxigène, soit dans le dégagement de l'hidrogène. Telle est l'idée qu'on doit se former de l'action des mordans. Parmi ceux-ci, la substance astringente végétale, principalement celle qui est contenue dans la noix de galle, le sumac et l'écorce de chêne, et dont l'effet sur les étoffes sert si souvent de préparation préliminaire à la teinture, est spécialement utile par sa combustion et sa carbonisation si facile au contact de l'air, par la propriété de s'arrêter promptement dans cette combustion, et d'absorber peu d'oxigène, par son attraction réciproque avec les matières des tissus, et sur-tout de ceux qui sont de nature animale, ainsi qu'avec les diverses parties colorantes, qu'elle attire et fixe solidement sur les étoffes, auxquelles elle communique sa solidité. Voilà pourquoi l'engalage est une opération si fréquente et si avantageuse dans les teintures. L'alunage qu'on pratique après rend encore la matière colorante plus adhérente et l'éclaircit, sur-tout en favorisant la précipitation

de l'alumine par l'addition de l'acétite de plomb à l'alun qu'il décompose, en formant de l'acétite d'alumine, dont la base est bien plus facile à séparer et à précipiter, parce qu'elle adhère moins à l'acide acéteux.

16. On a remarqué depuis long-temps que les matières colorantes ont une forte attraction pour les substances animales, qu'elles se portent plus vîte, et qu'elles adhèrent bien plus fortement sur ces substances que sur les végétales. Ainsi la laine et la soie sont les corps qui prennent le plus vîte, et qui retiennent le plus long-temps les teintures, tandis que le lin et le chanvre sont les plus difficiles à teindre. Cela paraît venir de ce que les matières colorantes sont d'un ordre de composition qui se rapproche de celui des matières animales : elles diffèrent en effet des gommes, du sucre, des huiles, des résines, des acides, par la présence de l'azote qui fait un de leurs principes primitifs, et c'est à lui qu'elles doivent la propriété de donner de l'ammoniaque dans leur analyse par le feu ; elles se rapprochent par là de la matière extractive, dans l'histoire de laquelle j'ai fait remarquer le même caractère, et du corps ligneux dont je parlerai dans un des articles suivans. Aussi la substance colorante adhère-t-elle en général, ou se trouve-t-elle le plus souvent sous l'une et l'autre forme dans les végétaux : et lorsqu'on a voulu en donner une définition chimique relative à ses propriétés et à sa nature, on l'a spécialement regardée, soit comme un extrait, soit comme une substance ligneuse.

17. Quoique ce qui a été exposé jusqu'ici sur les propriétés chimiques de la matière colorante, puisse suffire pour la caractériser comme genre, et que de plus amples détails appartiennent plutôt à l'histoire de ses espèces, je ne dois pas cependant laisser ignorer ici qu'avant les découvertes modernes qui ont conduit aux considérations générales que je viens de faire connaître, les chimistes, et spécialement Macquer et Bucquet, avaient distingué ces couleurs, qu'ils recon-

naissaient déja très-variées et très-différentes les unes des autres : *a.* en *couleurs extractives* ou *savonneuses*, entièrement dissolubles dans l'eau, de sorte qu'on ne pouvait les précipiter sur les étoffes que par l'action des mordans qui les décomposaient ; *b.* en *couleurs résino-terreuses*, dont le caractère était de se fondre et de se délayer seulement dans l'eau à l'aide de la chaleur, de manière qu'elles s'en précipitaient par le seul refroidissement, et adhéraient à l'étoffe qu'on tenait plongée dans leurs bains ; *c.* en *couleurs résineuses*, indissolubles dans l'eau, dissolubles dans les alcalis, souvent dans l'alcool ; *d.* en *couleurs huileuses*, dissolubles particulièrement dans les huiles. Mais cette distintion trop peu nombreuse est en même temps très-inexacte ; car elle ne donne qu'une idée très-imparfaite des diversités des couleurs et de leurs véritables caractères distinctifs, quoiqu'il soit cependant très-difficile d'en fournir même encore une beaucoup plus précise et beaucoup plus satisfaisante.

18. Il est une autre différence beaucoup plus importante à rechercher dans sa cause, relativement aux parties colorantes végétales, c'est celle qui est relative à la nature même de la coloration. En général on ne connaît guères que trois couleurs primitives ou principales dans les végétaux ; savoir, le bleu, le jaune et le rouge ; et il y a lieu de penser que chacune de ces couleurs primitives est une combinaison déterminée des principes qui constituent les matières colorantes. On n'a rien encore dans la science sur la différence de ces trois couleurs : tout ce qu'on en sait, c'est que des trois le jaune est en général plus permanent et plus stable ; que les bleus sont très-variés dans leurs propriétés, que les rouges tendent au brun et au noir. A plus forte raison ignore-t-on encore les causes intimes, ou les combinaisons multipliées qui forment les nuances si nombreuses de ces trois couleurs mères de toutes les autres.

E. *Espèces.*

19. L'histoire des espèces est bien véritablement, comme je l'ai déja énoncé, celle des matières colorantes végétales, puisque ces espèces, en constituant une suite de différences réelles entre elles, exigent qu'on les examine les unes après les autres, et donnent les seuls moyens qui existent de tirer de leurs comparaisons générales les rapports qu'elles peuvent avoir, et les caractères qui peuvent les réunir comme genre. Mais cette histoire spécifique semble ne faire pas encore partie de la science : toute entière appartenant à l'art de la teinture, elle n'offre, au lieu d'une connaissance parfaite des couleurs végétales, qu'une suite de procédés pour les extraire, les séparer de leurs dissolvans, les précipiter sur les étoffes, les y faire adhérer et les rendre plus ou moins stables, fixes, permanentes et inaltérables. Ce n'est cependant pas l'art qu'il s'agit de décrire ici, puisqu'il est tout entier contenu dans cette partie de la science que je désigne par le mot *application*, et qui ne doit être traité qu'après avoir parcouru les trois premières branches du système chimique. Je ne dois emprunter à cet art ingénieux et important que ce qui peut jeter quelque jour sur les propriétés des matières colorantes.

20. La difficulté de distinguer et de classer les espèces de matières colorantes végétales vient sur-tout de ce qu'on ne connaît pas exactement la nature de chacune d'elles ; aussi est-il véritablement impossible de les disposer, au moins d'une manière exacte et satisfaisante d'après leurs propriétés chimiques ; on sent bien qu'on ne peut plus adopter la division de Macquer. Ce qu'on peut faire à cet égard se réduit à considérer ces matières colorantes comme formant quatre genres encore très-inexactement partagés, et dont la division n'est qu'un simple aperçu. Ces quatre genres sont, 1°. les couleurs extractives pures ; 2°. les couleurs extractives oxigé-

nées ; 3°. les couleurs carbonées ; 4°. les couleurs hidrogénées huileuses ou résineuses.

21. On peut ranger dans le premier genre, c'est-à-dire parmi les *couleurs extractives pures*, celles qui paraissent en effet être entièrement semblables à l'extractif, qui sont tout-à-fait dissolubles dans l'eau chaude, qui n'abandonnent point ce dissolvant par le refroidissement, qui ne peuvent s'appliquer aux étoffes qu'à l'aide de mordans salins ou métalliques qui les décomposent et les oxident de manière à les rendre indissolubles. Par là, et en employant le tartre, l'alun, les acides, et sur-tout les oxides et les sels métalliques, on les rapproche de celles du second genre, on leur fournit de l'oxigène, on change leur nuance à la vérité, on les modifie d'une manière qu'on doit connaître avant de s'en servir, mais on les sépare de l'eau, on les fait déposer, et s'attacher sur les étoffes. A ce genre appartiennent les bois d'Inde et de Brésil, le fernambouc, le campèche et le bois jaune, la garance, la gaude, et la première couleur du carthame ou safran bâtard. Toutes ces parties colorantes se dissolvent dans l'eau qu'elles teignent plus ou moins fortement suivant leur nuance ; mêlées avec de l'alun ou du muriate d'étain, et précipitées ensuite par un alcali, elles donnent des lacques.

22. Je place dans le second genre de *couleurs extractives oxigénées* celles qui ont éprouvé, à ce qu'il paraît, par l'effet de la végétation un changement dans leur nature, dépendant de l'absorption de l'oxigène, qui ont cessé par là d'être dissolubles dans l'eau comme elles l'étaient primitivement, ne sont susceptibles que d'être ramollies, fondues et disséminées dans ce liquide bouillant en petits flocons qui s'en précipitent par le refroidissement, et qui conséquemment se déposent spontanément sur les étoffes, y adhèrent et les teignent solidement. Aussi le procédé pour les extraire et les employer en teinture est-il très-simple. Les teinturiers les nomment *couleurs de racines*. Il suffit de tenir quelque temps les étoffes

plongées dans leur bain, pour qu'elles y prennent de la couleur solide; celle-ci est presque toujours plus ou moins fauve. La racine de patience, le bois et l'écorce d'aulne, le chêne, le sumac, le brou de noix, la noix de galle sont de ce genre. On peut y rapporter encore presque toutes les écorces, et les bois et les racines, d'où l'on sépare, dans l'art pharmaceutique, des extraits solides, brunissant à l'air, et dont les décoctions se troublent et déposent par le contact de l'atmosphère.

23. Dans le troisième genre je comprends les couleurs que je nomme carbonées, parce que toutes leurs propriétés annoncent qu'elles contiennent une grande proportion de carbone auquel elles doivent leur solidité et leur inaltérabilité. Ce sont celles sur lesquelles les découvertes modernes ont commencé à jeter le plus grand jour, et dont le citoyen Berthollet, dans ses Mémoires, ainsi que dans ses *Élémens de l'art de la teinture*, a fait connaître la nature et les principales propriétés. Les chimistes en avaient avant lui de très-fausses idées, ou plutôt ils n'en avaient véritablement aucune idée exacte, aucune notion satisfaisante. Ils les croyaient des matières huileuses ou résineuses, et elles ne sont réellement ni l'une ni l'autre. Malgré la belle analyse de l'indigo, la plus remarquable de ces couleurs, donnée par Bergman, il n'y avait rien d'exact encore sur ces singulières matières, avant l'heureuse application que le citoyen Berthollet a faite de la doctrine pneumatique à la théorie des matières colorantes. Celles-ci, qui, dans leur genre, renferment le rocou, l'orseille, l'indigo et le pastel, ne sont pas simplement extraites par l'action de l'eau, de substances végétales naturelles qui les contiennent toutes formées; elles sont le produit d'une altération plus ou moins profonde, d'une décomposition plus ou moins avancée, d'une véritable combustion opérée par la putréfaction, dans laquelle l'hidrogène s'en est exhalé plus ou moins promptement, et le carbone a été mis à nu. On les

dissout ou on les délaie dans les alcalis ou les matières alcalines, et quelquefois par des procédés très-particuliers, dont je dirai un mot plus bas. Elles sont toutes susceptibles d'un autre ordre de fermentation qui les brûle plus fortement, et les réduit à l'état purement charbonneux.

24. Je fais un quatrième genre des matières colorantes végétales, que je nomme *couleurs hidrogénées* ou *résineuses*, parce qu'elles sont véritablement de cette nature; on les reconnaît à leur inflammabilité, à leur indissolubilité dans l'eau, à leur dissolubilité dans les huiles et dans l'alcool. L'orcanette fournit une couleur rouge, brillante aux huiles. Les résines colorées, le sang-de-dragon, la résine de lierre, celle de gayac, les gommes-résines, contiennent abondamment cette espèce de principe colorant. Il est peut-être un des plus fréquens dans les végétaux, puisqu'il n'y en a aucun qui ne donne de la couleur à l'huile ou à l'alcool. Mais ces couleurs quoique tenant une place très-remarquable parmi les faits chimiques, n'en occupent qu'une bien petite dans l'art qui s'occupe de leur extraction et de leur application, puisqu'elles ne sont point ou presque point employées dans la teinture. La rose elle-même, fleur si tendre et si passagère qu'elle a toujours été pour les poètes l'image de la beauté, donne à l'alcool une teinture qui devient rougeâtre par un acide, et verte par un alcali. C'est à cet ordre aussi qu'il faut rapporter la couleur verte, si généralement répandue dans les plantes, et qui est cependant si altérable qu'on ne peut jamais la conserver. Cette partie colorante est dissoluble dans les huiles et l'alcool. Il est aussi quelques couleurs végétales qui n'appartiennent à aucun des quatre genres précédens, puisqu'elles n'en ont point les caractères, et puisqu'il n'y a presque aucun moyen de les dissoudre: tel est le jaune des fleurs et spécialement celui des pétales des renoncules, et de plusieurs autres fleurs inaltérables comme elles.

25. Cette distinction générale des matières colorantes en

quatre genres ne suffit pas pour en considérer les espèces. Il est nécessaire de les traiter sous un autre point de vue, et, en descendant jusqu'à chacune d'elles, de les envisager par rapport aux diverses teintes générales dont elles sont décorées. Ici la base de l'art tinctorial doit nous servir de guide. Il y a sous ce rapport quatre genres très-distincts de matières colorantes végétales ; les bleues, les rouges, les jaunes et les fauves, avec lesquelles on fabrique toutes les teintures possibles.

26. Dans les couleurs bleues se présentent l'indigo, le pastel ou le vouède, et le tournesol.

A. L'indigo est préparé, en Amérique et en Afrique, avec une plante qu'on nomme anil indigotier ou indigofère : c'est l'*indigofera tinctoria* de Linné. On la porte mûre et coupée dans une cuve où elle trempe dans de l'eau, et qu'on nomme, à cause de cela *trempoire ;* elle y fermente et dégage beaucoup de gaz acide carbonique et hidrogène ; elle y prend une couleur bleue par les progrès de la fermentation. On fait couler la plante avec son eau dans une seconde cuve nommée *batterie*, où on l'agite pour en séparer l'acide carbonique, et faire rapprocher les molécules de la fécule bleue : on y ajoute quelquefois de l'eau de chaux pour absorber plus promptement l'acide. Quand la fécule colorée est bien rassemblée et la liqueur jaune éclaircie, on coule le tout, troublé et agité, dans une troisième cuve nommée *diablotin* ou *reposoir*, où on laisse se déposer cette fécule, et on la retire encore molle par un robinet placé au bas ; on la fait égoutter dans des chausses de toile, puis on la coule en pâte dans des caisses carrées où elle se sèche à l'air sous des hangars à l'abri du soleil.

On distingue trois principales espèces d'indigo, suivant sa préparation et sa pureté ; le léger ou *indigo-flore*, venant de Guatimala, qui surnage l'eau, et qui est d'une couleur bleue ; l'*indigo-cuivré*, qui prend la couleur du cuivre quand on le frotte avec un corps dur ; l'*indigo* commun, qui vient de la Caroline, et qui est beaucoup moins pur. Mais dans ces trois

espèces, c'est toujours la même matière qui y forme le bleu ; elle ne diffère que par le mélange plus ou moins considérable de matières jaunes, étrangères et extractives. On peut même purifier le commun en le faisant bouillir long-temps dans l'eau. L'acide sulfurique ramollit et dissout l'indigo, en n'altérant que les substances muqueuses et extractives qui y sont mêlées. L'acide nitrique concentré le brûle et l'enflamme avec une belle couleur purpurine, et laisse un charbon boursouflé très-volumineux ; on trouve du fer dans le résidu. Plus faible, l'acide nitrique brunit l'indigo, le convertit en gomme-résine et en acides végétaux, suivant Haussman, qui a donné en 1778 un très-bon mémoire sur cette couleur.

L'acide muriatique oxigéné, versé sur la dissolution d'indigo par l'acide sulfurique, détruit sa couleur et la change en jaune brun ; le citoyen Berthollet a donné ce moyen pour juger de la qualité de l'indigo d'après les proportions d'acide muriatique oxigéné qu'il exige pour être décoloré. L'indigo précipité de sa dissolution sulfurique se dissout dans les alcalis fixes ; ceux-ci lui donnent une couleur verte qu'ils finissent même par détruire.

Son analyse par le feu et par les acides montre qu'il contient de l'hidrogène, de l'azote, très-peu de fer et beaucoup de carbone. Ce dernier principe paraît y être plus abondant que dans aucune autre substance végétale, puisqu'il fait plus de la moitié de son poids. C'est à cette surabondance du carbone que le citoyen Berthollet attribue toutes les propriétés chimiques de l'indigo, et sa couleur qui se rapproche du noir.

Une partie de l'oxigène contenu dans l'indigo peut lui être enlevée par les corps qui en sont très-avides, tels que le sulfate de fer vert et le sulfure d'arsenic : alors il devient vert et dissoluble dans les alcalis et la chaux ; mais cette dissolution est décomposée, et l'indigo reprend sa couleur bleue et son indissolubilité par le contact de l'air, qui lui rend l'oxigène qu'il a perdu, comme on le voit, dans les cuves d'indigo qui

deviennent bleues à leur surface, et dans le bleu d'application qu'on emploie dans la fabrication des toiles peintes. Ainsi sa couleur bleue inaltérable par les acides qui ne font que le dissoudre, est due à une certaine proportion d'oxigène ; quand il en perd il devient vert ; en lui en rendant, il repasse au bleu ; en y unissant une trop grande quantité de ce principe, il se brûle entièrement, devient brun ou fauve, en repassant par une couleur verte, due au mélange du jaune formé et du bleu qui reste. Mais ce brun fauve de la combustion complète ne lui permet plus de repasser au beau bleu. De là vient que l'acide sulfurique concentré, en le brûlant en partie, ne donne plus, dans la teinture où on l'emploie, qu'un bleu clair ou pâle, tel que celui qu'on nomme bleu de Saxe, tandis qu'en se servant de chaux, et de divers autres mélanges, et sur-tout d'une longue chaleur et de la fermentation, comme dans les cuves de bleu où l'on teint les draps, on a un bleu riche et foncé.

B. Le *pastel* est une pâte bleue, faite par la putréfaction et la réduction en espèce de fumier, des tiges hachées de l'*isatis tinctoria*, ou de l'*isatis lusitanica* de Linné. La plante, fauchée et séchée promptement au soleil, est broyée dans un moulin ; on en fait des tas qu'on arrose légèrement d'eau croupie, en les abritant de la pluie. La fermentation s'y développe ; après quinze jours, on ouvre ces monceaux, on les broie, on les mêle ; on en forme des pelottes rondes que l'on fait sécher en les exposant alors au vent et au soleil. Entassées les unes sur les autres et arrosées d'eau pourrie, ces pelottes s'échauffent, exhalent de l'ammoniaque, se dessèchent, se réduisent en poussière bleue, qui se débite dans le commerce sous cette dernière forme. C'est dans les départemens du Gard, de l'Aveyron, de la Dordogne qu'on prépare ainsi cette couleur. Dans le Calvados et la Seine-Inférieure on en prépare une de qualité inférieure qu'on nomme *vouède*. Astruc a traité l'isatis comme l'anil, et dit en avoir extrait une poudre bleue d'in-

digo. M. Gren a décrit un procédé pratiqué en Allemagne pour changer, par la fermentation, l'isatis en indigo; ce procédé qui réussit, qui a de même eu du succès depuis dans les Essais de Dambourney, quoiqu'il ne connût pas celui d'Allemagne, a les plus grands rapports avec le procédé du véritable indigo. Il y a une forte fermentation dans la trempoire; il se forme beaucoup d'écume, il se présente une pellicule bleue, dorée à la surface; la liqueur est très-sujette à se pourrir, et demande beaucoup d'attention pour l'éviter. On en sépare la fécule par le battage, et l'addition de la chaux; on le sèche à l'ombre. Il est évident que l'isatis se comporte comme l'anil, et donne un bleu analogue, mais plus tendre et moins riche. On l'emploie à la teinture comme l'indigo, il en faut beaucoup plus. Souvent on le mêle avec lui dans des cuves qu'on nomme de pastel en raison de cette addition. Quoiqu'on n'ait pas fait sur le pastel et le vouède les mêmes recherches que sur l'indigo, ce qu'on a vu suffit pour prouver que ces deux matières colorantes, préparées et employées de même, sont d'une nature fort voisine.

C. Il n'en est pas de même de la mauvaise couleur bleue connue sous le nom de *tournesol*, que l'on fabrique au Grand-Gallargues dans le ci-devant Languedoc, en imbibant des chiffons avec le suc du *croton tinctorium*. Ces chiffons, qu'on nomme tournesol en drapeaux, transportés en Hollande, sont, à ce qu'il paraît, décolorés et réduits en pâte avec de la soude; on en forme les pains de tournesol, dans lesquels j'ai trouvé constamment de la soude qui leur donne la couleur bleue violette qu'on lui connaît, et qui me paraissent être rouges, bleuis ou rendus violets par la présence de l'alcali. Cette mauvaise couleur, extrêmement altérable, et devenant rouge par le contact des acides les plus faibles, comme par beaucoup d'autres corps, est fort éloignée de la fécule bleue de l'indigo; elle ne sert qu'à colorer des papiers communs, et donne sur les toiles une foule de nuances ou de taches qui se détruisent promptement à l'air et au soleil.

27. Les rouges de teinture, c'est-à-dire les matières colorantes rouges qu'on peut extraire des végétaux, et qui sont employées pour teindre de cette nuance, sont beaucoup plus nombreux que les bleus proprement dits. On compte dans ce genre la garance, l'orseille, le carthame, le bois de Brésil et le bois d'Inde.

A. La *garance*, *rubia tinctorum* de Linné, fournit dans sa racine et dans ses tiges bien nettoyées, séchées, broyées et tamisées, une poussière jaune-fauve ou rougeâtre, dont on tire par l'eau bouillante une partie seulement de la couleur, et le tout avec de l'eau aiguisée d'alcali. Elle est donc de la nature des extractifs oxigénés; elle est aussi soluble dans l'alcool. L'alcali donne à cette teinture une couleur violette, les sels une belle couleur rouge. On ne l'emploie qu'avec des mordans. La différence des tissus influe beaucoup sur celle des nuances qu'on en obtient. Dambourney, Beckmann, Wath et Wogler ont fait beaucoup d'essais intéressans sur l'emploi de cette matière. Scheffer, Gublicbe, Poerner, les citoyens Berthollet et Chaptal l'ont aussi examinée avec soin. C'est avec elle qu'on prépare le fameux coton rouge d'Andrinople. On en fait aujourd'hui en France de plus beau et de plus éclatant encore. Il paraît que la garance, comme le carthame, contient deux matières diverses, l'une rouge et l'autre fauve. Sa décoction donne des pellicules insolubles, et qui se déposent comme celles qui recouvrent les extraits. Elle a la propriété de colorer les os des animaux à qui on en donne parmi leur nourriture. Tout ce qui tient à ses propriétés et à ses usages n'intéressant que l'art de la teinture, et n'offrant encore que peu de résultats généraux pour la science, je ne dois pas m'étendre davantage ici sur cet objet. Quelques chimistes modernes y soupçonnent la présence d'un acide.

B. L'*orseille* est une espèce de pâte de rouge violet que l'on prépare dans les Canaries et au cap Vert avec le *lichen roccella*, et dans les départemens du Puy-de-Dôme et du Cantal, avec

le *lichen parellus* ou la parelle ; on nomme le premier *orseille d'herbe*, et le second *orseille de terre*. Celui-ci est très-inférieur en qualité au premier. C'est en laissant macérer ces lichens, séchés d'abord et pulvérisés avec l'urine et la chaux, qu'on obtient l'orseille. L'art de le préparer n'est pas encore décrit avec exactitude, et il consiste dans quelques manipulations particulières qui paraissent essentielles. On en faisait autrefois de très-bon à Florence : Micheli en a indiqué la préparation, et c'est d'après lui que Hellot la rapporte. L'orseille donne sa couleur à l'eau, aux alcalis et à l'alcool. Cette dernière teinture est spécialement employée pour les thermomètres ; sa couleur se dissipe dans le vide et reparaît à l'air. L'infusion d'orseille est violette ; les acides la rougissent ; l'alun y forme un précipité d'un rouge brun ; le muriate d'étain un précipité rougeâtre. Appliquée au marbre à froid, cette infusion lui donne une belle couleur violette qui dure, suivant Dafay, plusieurs années sans altération à l'air. On teint avec l'orseille, en plongeant les étoffes dans sa simple infusion. Mais cette teinture est peu durable ; on ne doit s'en servir que pour relever le ton et donner plus d'éclat à d'autres couleurs ; les teinturiers, séduits par la beauté de sa couleur, abusent souvent de cette matière ; la dissolution d'étain lui fait imiter l'écarlate, et la rend la plus solide et la plus durable possible.

C. La fleur de *carthame*, ou safran bâtard, *cartamus tinctorius* de Linné, quand elle est privée de sa couleur fauve ou jaune par l'eau, donne, à l'aide des alcalis, une autre couleur rouge ou jaune très-foncée. On peut précipiter cette couleur par un acide qui la rend jaune ainsi que la liqueur. Il faut bien laver la fleur, ou même la préparer avec de l'eau avant de la sécher définitivement, pour la priver de sa première partie colorante, et conserver la seconde pure. Ce jaune cependant peut être employé utilement, suivant Beckman, pour teindre les draps. Il assure même que le carthame en contient plus que le bois jaune. On extrait la couleur rouge par les

alcalis, et sur-tout par la soude, et on la précipite sur les étoffes par les acides, et spécialement par celui du citron ; l'acide des baies du sorbier des oiseaux peut être substitué au suc de citron, qui est fort cher. C'est avec la fécule rouge du carthame ainsi extraite, séchée sur des assiettes, qu'on fabrique le rouge des dames, en le mêlant avec la poudre du talc ou pierre de Briançon, rapée avec des tiges de prêle. On cultive en grand le carthame en Espagne, en Égypte, dans le levant et en Thuringe. C'est une très-bonne acquisition à faire pour la France. Sa graine donne une bonne huile, et engraisse les volailles ; ses tiges nourrissent l'hiver les brebis et les chèvres ; et sa fleur sert sur-tout à la teinture de la soie en rouge, en ponceau, en nacarat, en cerise, en couleur de rose et de chair.

D. Le *bois de Brésil*, nommé aussi fernambouc, bois de Sainte-Marthe, du Japon, de Sapan, suivant les endroits d'où il provient, est cultivé dans l'Isle de France ; celui des Antilles est nommé brésillet ; il est le moins estimé : c'est une des matières les plus employées dans la teinture. Son nom botanique est *cæsalpinia crista*, *cæs. sappan*, *cæs. vesicaria* ; ce sont trois espèces d'arbres qui fournissent les trois variétés indiquées : le vesicaria donne le brésillet. Ce bois rougit à l'air ; il est d'une saveur sucrée ; le plus lourd est le meilleur. L'eau bouillante, l'alcool et l'ammoniaque lui enlèvent toute sa couleur ; il paraît ensuite noir. Ces dissolutions donnent au marbre une couleur rouge qui passe au violet, et se fixe au brun chocolat. Les acides précipitent de sa décoction des flocons d'un rouge fauve. Les alcalis la rendent cramoisie ou violette foncée ; l'alun y forme un précipité rouge cramoisi, et on en obtient un second en ajoutant de l'alcali dans la liqueur. Les dissolutions métalliques y produisent aussi des précipités colorés ; celle du muriate suroxigéné d'étain en donne un d'un beau rose. La décoction de ce bois qu'on nomme *jus* ou *suc* de Brésil dans les ateliers de teinture est plus avantageuse étant

gardée que récente. On teint avec ce jus en imprégnant auparavant les étoffes d'alun et de tartre. Il donne des rouges vifs, résistant assez bien à l'air, mais moins solides que les couleurs de garance. Un acide ajouté à la liqueur avant d'y plonger les étoffes, leur communique un jaune fauve *ventre de biche* très-solide. L'alumine et l'oxide d'étain donnent beaucoup plus de fixité à cette couleur qu'elle n'en a naturellement. Le principe astringent augmente aussi sa solidité. On emploie des alcalis pour en former des violets, mais très-peu durables. Il est utile de réduire ce bois en poudre, parce qu'on en tire alors beaucoup plus de couleur, et on la tire beaucoup plus promptement et facilement. On en prépare avec l'alun, l'amidon, et les alcalis qui précipitent sa décoction, des laques fort employées pour les papiers peints.

E. Le bois d'*Inde* ou de *Campêche*, *hematoxylum campechianum* de Linné, croît abondamment à la Jamaïque, dont il porte aussi le nom : il est aussi abondant à Sainte-Croix, à la Martinique et à la Grenade. Ce bois ne diffère du bois de Brésil que par les nuances qu'il donne : sa partie colorante est de la même nature, s'éclaircit et jaunit par les acides, se fonce et devient violette par les alcalis, brunit et noircit à l'air, est extrêmement dissoluble dans l'eau, ne peut pas se fixer seule sur les étoffes, demande l'action des mordans, prend de la solidité par les dissolutions métalliques, l'alun et le tartre : c'est, comme celle du bois de Brésil, une couleur extractive, lentement combustible, et se déshidrogénant par le contact de l'air. Il sert spécialement à faire des violets, à donner aux noirs et aux gris du velouté et du lustre ; c'est sur-tout dans la teinture des soies qu'il est employé pour beaucoup de nuances, depuis le lilas jusqu'au violet foncé, à l'aide de la dissolution d'étain. On prépare aussi avec sa décoction, des laques foncées et assez solides.

28. Quoique les couleurs jaunes soient extrêmement abondantes à la surface des végétaux, et sur-tout que ce soit la

parure la plus commune, la plus durable de leurs fleurs, le nombre des plantes qui fournissent des jaunes dissolubles et applicables à la teinture, n'est pas aussi considérable que le premier aspect semblerait l'indiquer. On connaît sur-tout dans ce genre de couleurs la gaude, le bois jaune, le rocou, la sarrète, le genêt de teinturier, le curcuma, le fustet, la graine d'Avignon et le quercitron : il y en a cependant un assez grand nombre d'autres ; mais il suffit d'indiquer ces espèces, les plus employées et les plus connues.

A. La *gaude* ou *vaude*, *reseda luteola* de Linné. Les tiges de cette plante mûre, séchées et liées en bottes, donnent par la décoction dans l'eau une couleur jaune tirant sur le brun ; étendue d'eau, elle a une nuance de vert. Les acides la pâlissent et les alcalis la foncent ; l'alun y forme un précipité jaunâtre, et la liqueur conserve une couleur citrine. La plupart des sels y donnent un précipité jaune foncé, et la liqueur retient toujours une couleur jaune. La dissolution d'étain y produit un précipité abondant, d'un jaune clair ; la liqueur reste trouble, mais peu colorée. On se sert de la gaude pour teindre la laine, la soie et le coton en jaune ; mais on ne peut y réussir qu'en employant comme mordant le tartre et l'alun. Les nuances varient suivant la proportion des mordans et leur nature. On nomme l'emploi de cette substance colorante *gaudage*. On y ajoute des alcalis, de la chaux, et on y mêle de la garance ou du rocou pour obtenir des nuances diverses d'orangé, de jonquille dans la teinture des toiles nommées peintes ; on emploie le mordant composé d'alun et d'acétite de plomb.

B. Le *bois jaune* vient d'un grand arbre des Antilles, qui croît sur-tout à Tabago ; c'est une espèce de mûrier, *morus tinctoria*. Il est jaune, avec des veines orangées : sa décoction dans l'eau bien chargée est d'un jaune rouge foncé ; étendue d'eau, elle devient jaune orangé. Les acides en précipitent une légère fécule jaune verdâtre, que les alcalis redissolvent

en lui donnant une couleur rougeâtre. La plupart des sels métalliques et l'alun la précipitent, le dernier en jaune peu abondant, le muriate d'étain en beau jaune très-abondant, l'acétite de plomb en jaune orangé abondant, le sulfate de fer en un jaune qui brunit. Ce bois, fendu en éclats ou réduit en copeaux, est employé pour la teinture en le tenant dans un sac au milieu du bain : sa décoction donne au drap, sans autre préparation et sans mordant, un jaune un peu brun, terne, assez résistant à l'air ; tandis que la gaude, également sans mordant, lui communique un jaune pâle peu stable. Les mordans, l'alun, le tartre et le muriate d'étain le fixent en rendant sa couleur plus claire ; le muriate de soude et le sulfate de chaux la foncent ; il forme les mêmes nuances que la gaude. Ce bois est nouvellement connu et bien répandu en Europe ; il est d'un prix modéré : c'est un des plus utiles ingrédiens de la teinture, et sa couleur est assez solide.

C. Le *rocou* ou *roucou* est une pâte sèche et dure, brunâtre à l'extérieur et rouge au dedans, en mottes d'un kilogramme environ, enveloppées de feuilles de roseau. On le fabrique en Amérique avec les semences de l'*urucu*, arbre que Linné nomme *bixa orellana*, qu'on broie dans l'eau, et qu'on y laisse macérer et fermenter. Les Américains, suivant Labat, en préparent une couleur plus belle et plus solide en écrasant et pétrissant fortement ces semences dans leurs mains imprégnées d'huile, en détachant le liniment qui se forme ainsi, et en le faisant sécher au soleil. La décoction de rocou dans l'eau a une odeur forte, très-reconnaissable, et une saveur désagréable. Sa couleur est d'un rouge jaunâtre. Il se dissout mieux dans l'alcali, et sa couleur est alors jaune orangée plus claire. L'alcool le dissout aussi très-bien, et il entre dans les vernis légèrement orangés. Les acides précipitent sa dissolution alcaline en orangé, ainsi que l'alun, qui y forme une laque orangée foncée, abondante. Le muriate suroxigéné d'étain y produit un précipité d'un jaune citron, qui se dépose lentement. On le

traite par les alcalis pour les teintures jaunes : il ne donne sur la laine qu'une couleur fugace. Il est bien plus utile et bien plus employé pour la soie, qu'on y tient simplement plus ou moins plongée, après l'avoir cuite avec le cinquième de son poids de savon : on lui donne ainsi une couleur aurore. En l'imprégnant ensuite de vinaigre ou d'alun, on la rend orangée. On l'emploie quelquefois à froid : on s'en sert aussi pour le coton qu'on teint en orangé à l'aide du tartre, comme mordant.

D. La *sarrète*, *serratula tinctoria* de Linné, donne sans mordant une couleur jaune verdâtre, sans solidité ; l'alun la fixe et en modifie la couleur en un jaune solide et agréable. Le sulfate de chaux lui donne, suivant Poerner, une nuance plus foncée ; le muriate d'étain l'avive beaucoup, selon Scheffer.

E. Le *genêt* des teinturiers ou la *genestrole*, *genista tinctoria* de Linné, plante très-commune dans les lieux secs et montueux, donne un jaune beaucoup moins beau que celui de la gaude et de la sarrète ; il acquiert assez de solidité par l'alun, le tartre et le sulfate de chaux.

F. Le *curcuma* ou *terra merita*, *curcuma longa* de Linné, contient dans sa racine qu'on nous apporte des Indes orientales, mais qui croît aussi dans quelques-unes des Antilles, une partie colorante jaune, orangée, très-éclatante, très-belle, très-abondante, mais très-peu stable et très-fugitive. L'eau l'extrait très-facilement : les mordans même ne lui donnent qu'une fixité insuffisante. Le muriate de soude et d'ammoniaque sont ceux qui réussissent le mieux, mais ils la portent au brun : on ne peut l'employer qu'en poudre. On ne s'en sert que pour communiquer une nuance dorée et brillante aux jaunes de gaude, et une orangée à l'écarlate ; mais ces nuances disparaissent promptement à l'air. Le curcuma est utile en chimie pour indiquer la présence des matières alcalines qui le font passer à un fauve pourpré ou brun avec une très-grande

énergie. On en colore des papiers avec de la colle mêlée à la décoction de cette racine.

G. Le *fustet*, *rhus cotinus* de Linné, est un bois orange et verdâtre, chatoyant, qu'on emploie en copeaux pour la teinture, et qui donne une belle couleur orangée non solide. On ne s'en sert que pour obtenir des nuances jaunes orangées, avec d'autres matières colorantes qui rendent la sienne plus fixe et plus durable. On l'allie sur-tout avec la cochenille pour avoir des jonquillés, des dorés, des chamois.

H. La *graine d'Avignon* est la baie du *rhamnus infectorius* de Linné, ou de l'épine-cormier; elle donne un jaune assez beau, mais sans aucune solidité. On ne s'en sert qu'avec des mordans et en la traitant comme la gaude. On en prépare une espèce de laque jaune brillante, qu'on emploie en peinture, pour les papiers, pour les bois qu'on veut jaunir.

I. Le *quercitron* est l'écorce d'un chêne jaune de la Nouvelle-Angleterre, que M. Bancroft a fait connaître et a proposé de substituer à la gaude, sur-tout pour l'impression des toiles: elle est beaucoup plus riche en couleur que cette plante, et une partie peut en remplacer dix. On ne la fait qu'infuser dans l'eau tiède; on en fixe la couleur jaune sur la laine avec l'alun et le muriate d'étain: celui-ci lui donne beaucoup d'éclat. Les manufacturiers anglais de toiles imprimées, préfèrent cette écorce à la gaude, comme plus économique et laissant mieux les fonds se blanchir. Dambourney avertit qu'on en obtient les avantages énoncés par M. Bancroft, en donnant préalablement à la laine un apprêt avec le muriate d'étain: c'est une très-bonne acquisition pour la teinture.

29. Les parties colorantes végétales qui donnent la nuance fauve aux étoffes sont extrêmement multipliées; ce sont en général toutes les matières astringentes: employées seules et sans apprêt ou sans mordans, elles déposent leur partie colorante sur les tissus. Les espèces principales de ce genre sont le brou de noix, la racine de noyer, le sumac, l'écorce

d'aulne, le santal, la suie, et sur-tout la noix de galle. Toutes les écorces contiennent plus ou moins de ce principe colorant de la nature de l'extractif oxigéné : aussi dans les nombreuses expériences décrites par le laborieux et l'estimable Dambourney *sur les teintures solides des végétaux indigènes*, ce sont toujours des couleurs placées entre le jaune et le brun, des carmélites, des olives, des canelles, des marrons qu'il a obtenus, soit par ces matières végétales employées seules, soit en les modifiant par différens mordans.

A. Le *brou de noix*, ou l'espèce de chair qui recouvre le noyau, est blanc et noircit à l'air, comme tout le monde le sait. Cette noirceur adhère aux doigts et ne s'enlève qu'avec difficulté; plongé dans l'acide muriatique oxigéné faible, il y brunit sur-le-champ. Sa décoction filtrée devient brune à l'air, et donne par l'évaporation, des pellicules insolubles, comme résineuses, presque noires; c'est la matière colorante altérée par une légère combustion et presque charbonnée; l'alcool précipite cette décoction; l'acide muriatique la noircit; le muriate d'étain y forme un précipité abondant, fauve cendré; l'alun n'y donne presque rien; le sulfate de fer la rend presque noire. Le brou de noix a une action vive sur le fer, il le dissout et forme de l'encre; sa partie colorante a une grande disposition à s'unir à la laine, et lui donne une couleur noisette ou fauve, à la solidité de laquelle les mordans ajoutent peu. C'est une matière colorante excellente; elle fournit des nuances agréables et très-solides; elle conserve la douceur de la laine et n'exige aucun apprêt. Aux Gobelins, un des plus beaux établissemens de teinture qui existent, on ramasse le brou de noix frais dans des tonneaux, on le recouvre d'eau; on le conserve un ou deux ans avant de servir, et on remarque qu'il fournit alors plus de matière colorante; les mordans ou les oxides et les dissolutions métalliques varient sa nuance.

B. La racine de noyer, et sur-tout son écorce ont présenté les mêmes propriétés au citoyen Berthollet; elles donnent les

mêmes nuances; il ne faut qu'en augmenter la quantité, l'employer en copeaux enfermés dans un sac, comme tous les corps ligneux et durs qui peuvent s'attacher aux étoffes et les déchirer. Elles ont l'inconvénient de donner souvent des nuances inégales, ainsi que toutes les matières solides dont la partie colorante ne se distribue pas également dans la liqueur; on l'évite en ménageant bien le feu.

C. Le *sumac*, *rhus coriaria* de Linné, est cultivé abondamment en Espagne, en Portugal et dans le midi de la France pour les usages de la teinture. On coupe tous les ans ses rejetons jusqu'à la racine; on les fait sécher et on les mond pour la teinture et la tannerie. Son infusion d'une couleur fauve un peu verte, brunit promptement à l'air; les acides la jaunissent; l'alun la trouble; l'acétite de plomb y forme un précipité abondant, jaunâtre, qui brunit. Le sumac, comme la noix de galle, décompose le nitrate d'argent, et en réduit le métal sur-tout par le contact de la lumière: c'est celui de tous les astringens dont les propriétés se rapprochent le plus de celles de la noix de galle; seulement son précipité noir avec les dissolutions de fer est moins abondant que celui de ce corps. Il peut la remplacer en augmentant la proportion jusqu'au double: il donne par lui-même une couleur fauve tirant sur le vert. L'acétite d'alumine, mordant commun des imprimeurs sur toile, lui fait prendre un jaune beau et solide: sa couleur est si fixe qu'on ne peut pas blanchir la toile sur le pré; de sorte qu'on ne l'emploie que dans les toiles à fond coloré, dont on varie les dessins et les nuances par divers moyens.

D. L'écorce d'aulne, *betula alnus* ou *alba*, donne une décoction d'un fauve clair qui brunit et se trouble promptement par le contact de l'air et l'absorption de l'oxigène, ainsi que tous les astringens. L'alun y forme un précipité jaune abondant; le muriate d'étain un précipité également abondant et d'un jaune plus clair. Les sels ferrugineux la convertissent en

encre ; elle dissout très-bien l'oxide de ce métal : on s'en sert aussi pour les cuves de noir dans la teinture des fils.

E. Le *santal rouge*, le seul qu'on emploie en teinture, est un bois solide, compact, pesant, qui vient de la côte de Coromandel, qui brunit par son exposition à l'air. Sa poussière fine donne à l'eau bouillante une couleur fauve, brune, tirant sur le rouge ; il se dissout mal quand il est seul, mais très-bien avec le brou de noix, le sumac, la noix de galle : sa couleur est solide, et modifie utilement celle de ces autres matières. Vogler ayant trouvé que l'alcool étendu d'eau dissolvait mieux la matière colorante du santal que ne le faisait l'eau, a employé cette dissolution pour teindre des échantillons de laine, de soie, de coton et de lin imprégnés auparavant de dissolution d'étain, lavés et séchés : ils ont pris un rouge ponceau ; l'alun leur a fait prendre une belle couleur écarlate ; le sulfate de cuivre un cramoisi clair ; le sulfate de fer un violet foncé. La teinture alcoolique agit à froid ; après l'avoir mêlée avec l'eau, il faut employer une ébullition légère.

F. La *suie* donne à la laine une couleur brune ou fauve, plus ou moins foncée, mais qui est fugitive, et qui ne fait que s'attacher à sa surface, sans s'y combiner ; elle la durcit, lui laisse une mauvaise odeur : on s'en sert cependant pour brunir quelques couleurs et pour obtenir quelques nuances qu'on n'obtiendrait que très-difficilement avec d'autres matières. Ce qu'elle a d'important ici par rapport à l'histoire des matières colorantes végétales, c'est qu'elle peut jeter du jour sur la nature de ces matières, et prouver que le corps huileux dont la suie est en partie formée est une des substances qui se rapprochent le plus de ces parties colorantes.

G. Mais aucune des matières teignantes en fauve dont il vient d'être fait mention n'approche de la *noix de galle*, par son influence dans la coloration ; c'est elle qui fait la première et la plus forte de ces teintures. On sait que la

noix de galle est une excroissance formée sur les feuilles, les pétioles et les petites branches du chêne rouvre, *quercus robur*, piqués par un insecte. C'est dans le Levant que vient la meilleure noix de galle, et on ne se sert pas de celle de France. Sa saveur est âcre, acerbe, et extrêmement astringente ; elle peut servir au tannage des peaux, quoique faiblement. Sa nature, ses propriétés et ses effets ont été successivement examinés par Macquer, Lewis, Monnet, les chimistes de Dijon, Schéele, les citoyens Berthollet, Deyeux, et M. Proust. On l'a d'abord rangée à la tête des astringens, et on a attribué son effet sur le fer et ses dissolutions qu'elle noircit, à sa propriété astringente, qu'on croyait exister de même nature dans les autres végétaux acerbes. On a vu son principe colorant le fer en noir, se sublimer par la distillation, passer dans ses divers produits, se communiquer aux acides et aux alcalis par lesquels on la traitait, se porter immédiatement sur le fer à l'état de métal. Schéele en a tiré ensuite un acide particulier qui a déja été examiné ci-dessus, sous le nom d'*acide gallique*. On a reconnu depuis que cet acide pouvait être obtenu par la sublimation, qu'il précipitait toutes les dissolutions métalliques, qu'il en rapprochait les oxides de l'état de métaux, qu'il colorait aussi le fer en noir. Le citoyen Berthollet a fait voir de plus que cet acide n'est pas la seule substance astringente ou le principe de cette propriété ; que chaque astringent agissait d'une manière particulière sur les dissolutions de fer; que les uns le précipitaient en brun, les autres en vert foncé, les autres en pourpre ou en violet, et d'autres en bleu noirâtre ; que la noix de galle laissait une grande quantité de charbon après son analyse ; que cette surabondance de charbon contribuait beaucoup à la coloration en noir, en restant seul et solide après la combustion de l'hidrogène. Depuis, M. Proust a remarqué que la partie astringente de la noix de galle ne noircissait bien que l'oxide de fer très-oxidé ou rouge; qu'elle n'agissait pas sur les sels de fer trop peu oxidés ; qu'on gagnait beaucoup pour préparer les cou-

leurs noires, à employer le sulfate de fer rouge. Telles sont les bases sur lesquelles on peut établir les nombreuses utilités de la noix de galle dans la teinture.

On verra, dans un des articles suivans, que la noix de galle contient avec l'acide gallique, outre l'extractif et le mucilage, une certaine proportion d'un principe particulier nommé *tannin*, qu'on peut séparer de ces diverses matières dissoutes avec lui dans une décoction de noix galle, par les acides, les alcalis et les sels.

F. *Usages.*

30. Les matières colorantes végétales ont, comme on l'a vu, pour principal usage de servir à la teinture, et quelquefois à la peinture, après avoir été extraites et préparées en matières solides ou en laques. L'art de teindre est un des plus beaux qui existent; c'est un de ceux par lesquels l'industrie humaine se montre au plus haut degré de perfection, et dont les produits imitent, s'ils ne surpassent pas même ceux de la nature. Il donne la mesure de la prospérité et de l'avancement des peuples chez lesquels il est exercé. Si la pourpre de Tyr a illustré cette ville dans l'antiquité, combien les nations modernes ne sont-elles pas supérieures, à cet égard, à ce que tous les peuples anciens ont fait de plus beau et de plus grand, soit dans la multiplicité et la variété des couleurs, soit dans leur solidité, la finesse et le nombre des procédés qu'elles emploient, ainsi que par l'usage si commun de toutes les étoffes teintes, qui n'étaient encore chez les Romains que la marque des dignités consulaires ou patriciennes, ou seulement le partage des riches, tandis que chez nous rien n'est plus commun que les couleurs les plus brillantes et les plus durables.

ARTICLE XX.

Du dix-septième des matériaux immédiats des végétaux ; de l'albumine végétale.

1. Aucun auteur de chimie n'a encore compté parmi les principes ou les matériaux immédiats des végétaux la substance que je nomme *albumine végétale*, quoique depuis plus de quarante ans les chimistes, et sur-tout ceux de l'école de Rouelle, aient reconnu plusieurs matières végétales et même des plantes entières qui avaient des caractères de substances animales. On se rappelle ce que j'ai déja dit plus haut, à cet égard, de l'extractif et du glutineux. Je viens de faire voir encore, dans l'article précédent, que la plupart des substances végétales colorantes donnaient de l'ammoniaque à l'analyse, contenaient de l'azote, et que c'était vraisemblablement par cette analogie de nature primitive qu'elles avaient tant d'attraction pour les matières animales.

2. Pour bien concevoir ce que j'entends par l'albumine végétale, je dois dire ici qu'on nomme particulièrement albumine dans le corps des animaux une matière liquide, filante et visqueuse, d'une saveur fade, dissoluble dans l'eau froide, concrescible et solidifiable par la chaleur, abandonnant l'eau et s'en séparant sous forme de flocons quand on la chauffe, verdissant le sirop de violettes, dissoluble par les alcalis, et spécialement par l'ammoniaque, se putréfiant sans passer par l'état acide, donnant du gaz azote par l'acide nitrique avant de passer à l'état d'acide oxalique. S'il se présente dans l'analyse végétale une matière qui réunisse ces propriétés, il est évident qu'elle méritera et devra porter le nom d'*albumine*, tiré du mot *albumen*, blanc d'œuf, qui les réunit éminemment.

3. Les premières observations qui m'ont fait soupçonner en 1787, et bientôt ensuite reconnaître avec précision, la présence d'une matière albumineuse dans les végétaux, ce sont les phénomènes que m'ont présentés les défécations des sucs des plantes vertes les plus colorées. Pour déféquer les sucs de cochléaria, de cresson, de becabunga, on sait qu'il suffit de plonger les bouteilles qui les contiennent dans l'eau chaude, entre soixante et quatre-vingts degrés du thermomètre de Réaumur, et même un peu au-dessous de cette température. Bientôt la fécule verte qui en trouble la transparence se concrète et se rassemble en petits flocons solides presque arrondis, qui viennent nager à la surface des liquides végétaux, ou se déposent au fond, et s'en séparent très-facilement par la seule filtration. Je conçus alors que ce genre de défécation employée pour ne pas altérer les sucs et leur enlever la partie la plus volatile qui les caractérise, ne pouvait dépendre que de la propriété de se coaguler par l'action du calorique, et que comme cette propriété appartenait exclusivement à l'albumine, elle indiquait, d'une manière non équivoque, sa présence dans les sucs des plantes antiscorbutiques.

4. J'ai confirmé le premier aperçu par des expériences directes. La matière féculente de ces sucs, coagulée par la chaleur, ne pouvant pas être regardée comme de l'albumine pure, en raison de sa couleur verte, j'ai essayé d'en séparer la partie colorante, et j'y suis parvenu par le procédé suivant. Du suc de cresson jeune, filtré à froid à travers un papier blanc non collé, et immédiatement après avoir été exprimé, a laissé sa fécule grossière sur le filtre, et a passé clair mais coloré d'un beau vert : exposé à l'air dans un vase plat, à une température atmosphérique de vingt-trois degrés réaumuriens, il s'est troublé en deux heures et a changé de couleur ; une fécule d'un vert foncé, beaucoup plus fine que la première, nageait comme une sorte de poussière floconeuse au milieu de ce suc : filtrée une seconde fois, cette seconde

fécule a resté sur le papier, et le suc n'était plus que d'un vert très-pâle. Je l'ai plongé alors dans un bain-marie dont l'eau était bouillante ; en quelques minutes il s'est troublé, et il s'en est séparé une grande quantité de petits grumeaux blanchâtres. Une autre portion du même suc, laissée à l'air, m'a présenté, au bout de deux jours, des flocons gris, semblables aux précédens. L'acide sulfurique a séparé d'une troisième portion du suc décoloré des grumeaux concrets de la même matière. Il est évident que Rouelle a pris cette albumine des sucs de plantes pour du glutineux.

5. Ces flocons déposés spontanément à l'air, séparés par le feu ou par l'acide, lavés avec soin dans beaucoup d'eau distillée froide, m'ont offert dans leur examen la plus grande partie des propriétés de l'albumine en partie concrète. Les alcalis les ont promptement et facilement dissous ; l'eau bouillante ne les a point attaqués, et leur a donné plus de solidité qu'ils n'en avaient d'abord ; ils ont verdi sensiblement le papier teint avec les fleurs de mauve : distillés, ils ont fourni de l'ammoniaque ; macérés dans un peu d'eau et laissés dans un air chaud, ils se sont gonflés, ramollis, ont exhalé une odeur ammoniacale fétide, et ont donné tous les signes de la putréfaction la plus forte. C'est à cette albumine qu'est due sans doute la facilité avec laquelle les sucs des plantes crucifères s'altèrent si vîte et répandent une odeur si infecte en se corrompant. Une portion de cette fécule albumineuse de cresson, exposée à un air sec et chaud après l'avoir bien desséchée par la pression dans des papiers fins et non collés, a pris une sorte de ductilité et de transparence analogues à celles des colles ; en un mot, elle s'est comportée absolument comme l'albumine animale, dont elle ne différait que par moins de liant et de viscosité.

6. Les sucs de chou, de cochléaria, de becabunga ont donné par la chaleur une concrétion albumineuse parfaitement semblable à celle du cresson. La racine de patience m'a

offert, relativement à ce principe, un fait très-remarquable. Je voulais préparer l'extrait de patience avec des racines jeunes et petites de cette plante ; je trouvai ces racines si chargées de suc, que je les fis réduire en pulpe et exprimer ; le suc exprimé était sans couleur et sans saveur amère ; évaporé, je n'en obtins pas d'extrait, mais il s'en sépara beaucoup de petits flocons concrets et blancs, assez semblables à ceux qui se déposent du petit lait, *serum lactis*, pendant sa clarification. Une partie de ces flocons se précipita au fond de la liqueur, une autre s'éleva en écume à la surface du suc. Je leur trouvai en les examinant toutes les propriétés de l'albumine.

7. Une autre circonstance où j'ai également reconnu la présence de l'albumine dans les matières végétales, c'est l'analyse de l'eau du lavage de la farine de froment ; lavage par lequel le glutineux reste pur, la fécule amilacée se précipite en poudre blanche au fond de l'eau, et une matière mucoso-sucrée se dissout dans ce liquide. En évaporant cette eau très-claire et sans aucun corps étranger, il s'en sépare des flocons blancs d'une substance concrète, qui se rassemblent aussi en écume légère à la surface de la liqueur. Ces flocons, bien séparés et lavés, m'ont présenté tous les caractères de l'albumine. Voilà donc deux substances animales dans la farine, le glutineux et l'albumine.

8. J'ai trouvé des traces de l'albumine dans toutes les fécules vertes, ou plutôt dans les sucs végétaux chargés d'une grande quantité de cette fécule, et en général dans toutes les plantes bien vertes, les bois jeunes, les tiges de l'année ; je n'en ai point pu extraire du bois fait, quoique la fétidité ammoniacale qu'il donne quand il est macéré long-temps dans l'eau, y annonce sa présence, mais dans un état concret et indissoluble. Aucun végétal acide ne m'en a non plus offert le plus léger vestige, tandis que tous les sucs de cette nature sont surchargés de mucilage gommeux ou comme gélatineux, qui s'en dépose promptement. On dirait qu'ici, comme dans le traitement

des matières animales, l'albumine est dissoute et changée en gélatine par les acides.

9. Depuis que j'ai publié mes premières recherches sur cet objet, les citoyens Deyeux et Vauquelin ont décrit les propriétés qu'ils ont trouvées dans plusieurs sèves d'arbres ; et d'après le récit et la comparaison de leurs expériences, il n'est pas difficile de reconnaître qu'ils ont trouvé de l'albumine dans ces liquides. Il paraît même que c'est cette portion d'albumine que le citoyen Deyeux a prise pour du glutineux, avec lequel d'ailleurs elle a d'assez grands rapports, soit dans ses caractères chimiques, soit dans sa nature intime.

ARTICLE XXI.

Du dix-huitième des matériaux immédiats des végétaux ; du ligneux.

1. Il n'y a pas long-temps encore que les chimistes commencent à regarder la matière ligneuse comme un principe particulier des végétaux ; ils croyaient auparavant que c'était une espèce de terre, et ils le traitaient ou plutôt le délaissaient comme tel dans toutes leurs expériences. C'est ainsi qu'après avoir épuisé les matières végétales solides par la décoction dans l'eau et par l'action de l'alcool, ce qui restait intact et indissoluble après ce mode d'analyse était pour eux une substance terreuse, un *caput mortuum* qu'ils négligeaient absolument. Cependant sa propriété combustible aurait dû les détourner de cette idée, et les engager à examiner cette substance particulière. Quelques-uns, et j'ai été moi-même de cet avis dans les premiers temps de mes travaux, avaient com-

mencé à le reconnaître comme un corps différent de la terre, en le comparant aux fécules; mais de nouvelles recherches ont changé bientôt mon opinion à cet égard, et je vais faire connaître celle qu'elles m'ont engagé à adopter, en énonçant les résultats de mes expériences, qui offriront les propriétés distinctives du corps ligneux.

2. Après avoir épuisé une matière végétale solide, et sur-tout un bois, une écorce, une racine ligneuse, de tout ce qu'elle peut contenir de dissoluble dans des réactifs qui n'agissent que comme dissolvans, et qui n'altèrent point la nature intime de la portion non dissoute: par exemple, après avoir fait bouillir cette matière dans de grandes quantités d'eau, jusqu'à ce que celle-ci sorte sans aucune couleur ni saveur, et sans rien contenir, il reste un corps pulvérulent, ou fibreux, ou lamelleux, plus ou moins coloré, assez pesant, insipide et inodore, indissoluble, et qui, à raison de ces propriétés, a été considéré autrefois comme une terre. L'eau bouillante n'ayant aucune action sur ce corps, et ne pouvant ni le ramollir ni le fondre, j'ai pensé qu'il s'éloignait assez par là de la fécule amilacée, de laquelle je l'avais jusqu'alors rapproché, et je l'ai considéré comme le squelette végétal.

3. Cette matière, que je nomme le ligneux ou le corps ligneux, présente des propriétés qui la distinguent de toutes les autres substances végétales, de tous les matériaux immédiats qu'on retire des plantes. Quand on la chauffe avec le contact de l'air, elle noircit sans se fondre ni se boursouffler; elle exhale une fumée épaisse et d'une odeur âcre, piquante, particulière, et en partie ammoniacale; elle laisse un charbon qui retient sa forme, et d'où on extrait, après l'avoir réduit en cendre, des matières salines, sur-tout un peu de potasse, de sulfate de potasse, de sulfate de chaux et de phosphate de chaux. Quand on la distille à la cornue, on en retire de l'eau, un acide particulier empyreumatique connu sous le nom d'*acide pyroligneux*, de l'huile en partie épaisse, concrète et empyreu-

matique ; du gaz hidrogène carboné et acide carbonique, et une portion d'ammoniaque combiné avec l'acide pyroligneux. Le charbon qui reste après cette distillation a constamment la forme du bois ou des fragmens de bois qu'on a mis en distillation, et il se comporte comme celui qu'on obtient en chauffant le corps ligneux avec le contact de l'air. L'ammoniaque, l'un des produits constans du corps ligneux, prouve que cette matière solide contient de l'azote parmi ses principes primitifs, et j'ai trouvé qu'il en donnait environ un centième de son poids. Je ne doute pas qu'on ne rencontre quelque bois qui en fournira davantage.

4. Un des caractères qui distinguent le plus essentiellement le corps ligneux consiste dans la propriété qu'il a de donner, par l'action du feu, un acide particulier, différent de ceux qu'on obtient dans les analyses de tous les autres matériaux immédiats des végétaux, et qui a été nommé, à cause de cela, dans la nomenclature méthodique, *acide pyroligneux*. Je l'ai seulement énoncé dans l'exposé systématique des acides, et je dois en offrir ici les propriétés, comme étant le produit constant de l'action du feu sur la matière végétale que j'examine dans cet article. Boerhaave l'a le premier distingué sous le nom d'*esprit acide du bois*, et il a remarqué que les bois durs, sur-tout celui de gayac, en fournissaient le plus. M. Goetling en a donné un examen particulier en 1779 dans les annales de chimie de M. Crell, et les académiciens de Dijon ont répété avec succès ses expériences.

5. Tous les bois, quels qu'ils soient, donnent cet acide par la distillation ; il suffit, pour l'obtenir, de distiller ce corps en copeaux dans une cornue de fer ou de grès : on choisit sur-tout le hêtre, le chêne ou le bouleau. On a une liqueur rougeâtre, très-odorante, très-piquante ; on arrête la distillation au moment où l'huile, qui colorerait et altérerait ce produit, commence à passer ; ou bien on le rectifie par une seconde distillation faite à un feu doux et bien ménagé : on

retire ainsi jusqu'à un tiers de liqueur acide de bois. Quand cet acide est pur, il n'est que d'une couleur ambrée, sans être ni huileux, ni empyreumatique; sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée :: 49 : 48.

6. Dans les anciennes manières de distiller le bois, lorsqu'on en recueillait et qu'on en mêlait, ou qu'on en laissait confondus les divers produits dans les récipiens où on les recueillait, on en séparait ensuite l'esprit acide à l'aide d'un entonnoir; on faisait passer d'abord un peu d'huile pesante qui occupait la tige de ce vaisseau, ensuite venait la liqueur acide d'une couleur rouge plus ou moins foncée; puis une autre portion d'huile qui se tenait à sa surface. Ainsi l'on pouvait séparer, par le simple moyen mécanique, trois produits divers dans des vaisseaux différens, en les recevant à part en raison de leur pesanteur spécifique différente. L'acide liquide qu'on obtenait ainsi était très-coloré et impur; il contenait une portion d'huile en dissolution, qui s'en précipitait peu à peu en gouttes brunes et pésantes; il répandait une odeur âcre d'empyreume avec celle qui lui était propre. On peut le rectifier aisément en le distillant au feu de lampe ou de sable dans une cornue; par là on le sépare de l'huile empyreumatique qui l'altère; on l'obtient en liquide jaune ambré, et n'ayant plus l'odeur fétide du premier produit.

7. Cet acide ainsi purifié, rectifié, ou obtenu dès la première distillation faite avec les précautions indiquées, a une odeur assez vive, mais non fortement empyreumatique, une saveur très-acide et un peu âcre; il rougit fortement les couleurs bleues, et rétablit très-vîte en jaune la couleur du curcuma devenue pourprée par les alcalis. Il se conserve sans altération dans des vaisseaux fermés; il dépose cependant un peu de matière comme féculente ou légèrement huileuse. En le chauffant dans une cornue, il se décompose et se brûle, comme toutes les substances végétales qu'on traite à grand feu; il donne de l'eau, de l'acide carbonique, et laisse du

charbon en petite quantité dans la cornue. Chauffé doucement, il se volatilise sans décomposition ; sa volatilité ne paraît pas supérieure à celle de l'eau. L'acide pyroligneux a une odeur piquante manifestement acide qui lui est particulière, et qui le fait reconnaître aisément d'avec toute autre matière odorante.

8. Combiné avec les terres et les alcalis, il forme des sels particuliers et différens de tous ceux qu'on connaît. M. Goëtling s'est servi de pyrolignite de potasse traité par l'acide sulfurique pour extraire l'acide pyroligneux pur. Ce sel s'est beaucoup échauffé avec l'acide sulfurique ; et l'acide pyroligneux séparé ainsi avait perdu son odeur empyreumatique et en avait pris une alliacée. Le citoyen Eloy Boursier, de Clairvaux, a commencé à examiner les attractions électives de cet acide pour les bases terreuses et alcalines. La chaux et la barite l'attirent plus que les alcalis. La chaux paraît tenir le premier rang dans ces attractions ; la magnésie est avant l'ammoniaque. Cet ordre bien constaté suffirait pour distinguer cet acide de tous les autres. Au reste on ne connaît point encore les pyrolignites alcalins et terreux assez exactement pour en offrir une histoire. Il paraît aussi que l'acide pyroligneux agit sur les métaux et leurs oxides à la manière de l'acide acéteux, et qu'on pourra s'en servir dans quelques arts comme on se sert de celui-ci. Il a une action colorante sur les matières végétales et animales ; il rougit et brunit le bois.

9. A ce caractère prononcé du corps ligneux de fournir par la distillation un acide particulier, je réunirai celui de donner par l'acide nitrique du gaz azote, de se convertir en acides malique et oxalique qui se trouvent en partie saturés de chaux, et en acide acéteux. J'observerai même que c'est une des matières végétales qui m'ont donné le plus d'acide oxalique, et que j'ai en conséquence proposé de la substituer au sucre pour préparer cet acide artificiel. J'ajouterai encore que les alcalis caustiques, à l'aide de la chaleur, le

ramollissent, le colorent, le dissolvent en partie et le décomposent.

10. Aussi il ne peut plus rester de doute sur la nature particulière du corps ligneux : on voit qu'il diffère, par l'ensemble de ses propriétés, de tous les autres matériaux immédiats des végétaux ; qu'il a des caractères bien prononcés ; qu'il doit être regardé comme le dernier produit de la végétation, comme la matière la plus fortement liée dans sa composition intime, la plus insoluble, la plus inaltérable, la plus permanente de toutes celles qui se forment dans les plantes, et que pour en faire l'analyse ou en connaître la nature, il faut en effet employer des moyens plus puissans, des agens plus forts que pour traiter et décomposer tous les autres matériaux des végétaux. Il résulte encore des connaissances acquises sur le corps ligneux, que c'est le principe le plus carboné des végétaux ; que c'est là ce qui le rend si difficile à détruire, et la cause qui donne au charbon qui provient de sa demi-combustion l'organisation du bois telle, qu'on reconnaît et l'espèce de ce bois et le nombre de ses couches annuelles.

ARTICLE XXII.

Du dix-neuvième des matériaux immédiats des végétaux ; du tannin.

1. On confondait autrefois la matière végétale particulière, nommée aujourd'hui *tannin*, avec ce qu'on désignait par le nom de *substance astringente*, de *principe astringent*. Le citoyen Seguin, dans ses recherches sur l'art de tanner les peaux, est le premier qui a distingué ce principe d'avec l'acide gallique qui l'accompagne si souvent dans les substances végétales. Il

l'a sur-tout caractérisé par sa propriété de s'unir aux matières animales, et spécialement à l'albumine et à la gélatine, de les séparer de l'eau où elles sont dissoutes, de les précipiter en flocons fauves indissolubles, et de former avec elles une matière inaltérable qui fait la base des cuirs tannés.

2. On se procure du tannin en lessivant du tan ou des écorces de chêne ou de plusieurs autres végétaux dans l'eau froide. Il se forme ainsi une liqueur rouge foncée, d'une saveur acerbe et âcre, rougissant les couleurs bleues végétales, très-reconnaissable comme contenant un principe particulier par sa propriété de précipiter les dissolutions de colle et d'albumine, toutes les liqueurs animales qui contiennent l'une ou l'autre de ces matières, et de donner ainsi un précipité fauve rougeâtre dont je viens de parler. On reconnaît encore très-aisément le tannin à l'odeur forte qu'il répand lorsqu'il est délayé ou dissous dans l'eau. En évaporant sa dissolution, elle fournit le tannin sec et en espèce d'extrait qui n'a pas perdu ses propriétés, si l'on n'a pas trop chauffé la liqueur, qui est encore dissoluble dans l'eau, qui reprend son odeur forte quand on le délaie, qui se combine avec les matières animales, et qui les tanne ou les rend indissolubles et inaltérables.

3. On trouve le tannin dans une foule d'écorces de bois, de fruits et d'excroissances végétales acerbes. Il existe dans le sumac, le brou de noix, l'écorce et le bois d'aulne, de chêne, de frêne, de plusieurs peupliers, la noix de galle, dans les sèves même de quelques arbres, et en général dans tous les végétaux qui sont astringens ; le quinquina, le simarouba en contiennent une certaine quantité. Toutes les matières végétales qui sont susceptibles de tanner les cuirs, montrent par là qu'elles sont chargées d'une proportion plus ou moins grande de ce principe. On sait que dans les procédés de tannerie la matière propre du tan, le tannin, dissous dans l'eau, et formant sur-tout une dissolution saturée et concentrée, pénètre la peau ramollie,

distendue et débourrée, se combine couche par couche avec la matière gélatineuse et animale, et forme, en quittant l'eau et en s'unissant à la gélatine, une matière solide, de couleur rougeâtre ou fauve, qui rapproche les aréoles membraneuses et cellulaires du tissu cutané, de sorte à le rendre, s'il en était saturé, dur et cassant; que l'on arrête l'opération à différens points, afin de conserver au cuir le degré de souplesse et d'élasticité qu'on veut lui procurer, depuis les peaux de veau les plus molles et les plus ductiles, jusqu'au cuir fort avec lequel on forme les semelles; que cette combinaison exhale pendant long-temps l'odeur du tannin qu'elle recèle. Au reste, je reviendrai sur ce point avec plus de détails et de développemens dans l'histoire des matières animales.

4. Toutes les matières végétales qui contiennent le tannin, plus particulièrement les écorces et le tissu ligneux, dans lesquels la nature le forme et le dépose le plus abondamment, contiennent en même temps plusieurs matières qui lui sont étrangères, et dont il est nécessaire de le séparer pour l'avoir pur et en connaître mieux les véritables propriétés. M. Proust, dans un mémoire envoyé à l'Institut, a donné une méthode ingénieuse pour obtenir ce principe pur, et des expériences intéressantes sur ses caractères chimiques. Il a pris spécialement la noix de galle pour objet de ses recherches. Outre quelques portions de matières extractive et muqueuse, la noix de galle contient dans son tissu ligneux de l'acide gallique et du tannin. L'acide gallique ne précipitant pas le muriate suroxigéné d'étain, tandis que le tannin jouit éminemment de cette propriété, M. Proust en a tiré un parti utile pour séparer ces deux corps et les obtenir en particulier.

5. En versant de la décoction de noix de galle dans une dissolution de muriate suroxigéné d'étain, il s'est fait un précipité jaunâtre abondant. La liqueur filtrée et mise à évaporer, il s'en est séparé une nouvelle portion de ce précipité, que l'auteur a nommé *tannate d'étain*, et elle n'a plus retenu ensuite

que de l'acide gallique, de l'acide muriatique, et un peu d'oxide d'étain. Cette liqueur, mise dans un flacon à moitié plein, et en y faisant passer du gaz hidrogène sulfuré, a donné de l'oxide d'étain sulfuré brun. Exposé ensuite au soleil et à l'air pendant quelques jours, elle a perdu la portion de gaz hidrogène sulfuré qu'elle avait retenue, et en l'évaporant M. Proust en a retiré de l'acide gallique pur.

6. Le précipité formé par le muriate suroxigéné d'étain dans la décoction de noix de galle, ou l'oxide d'étain tanné ou tannate d'étain, étendu et dissous dans beaucoup d'eau au moment où il venait d'être obtenu, s'est décomposé par le gaz hidrogène sulfuré que M. Proust y a fait passer : il s'est précipité de l'oxide d'étain sulfuré, et le tannin pur est resté en dissolution. La liqueur laissée à l'air pour lui faire perdre la portion de gaz hidrogène sulfuré qu'elle contenait, a été évaporée ; sa couleur s'est foncée ; elle a répandu au loin l'odeur qui caractérise le tannin. Sa saveur était très-acerbe, un peu amère sans être désagréable ; elle s'est troublée en refroidissant, et a déposé une poudre brune que la chaleur a de nouveau fait redissoudre ; elle ne s'est ni pourrie ni moisie ; elle paraît résister éminemment à la putréfaction, et c'est pour cela que, suivant la remarque de l'auteur, la décoction de noix de galle, après une forte moisissure, ne contient que du tannin presque pur ; évaporée à siccité, elle a donné une matière brune, sèche, friable, brillante et vitreuse dans sa cassure comme l'aloès, non déliquescente, d'une saveur très-acerbe, dissoluble dans l'eau, et bien plus encore dans l'alcool. C'est du tannin pur sous forme sèche extractive.

7. M. Proust a trouvé, depuis le procédé par le muriate d'étain, une autre manière d'obtenir le tannin pur de la décoction de noix de galle. Ce moyen, meilleur que le précédent, consiste à précipiter cette décoction par le carbonate de potasse en poudre, à laver avec de l'eau bien froide les flocons gris verts que l'on obtient, et à les faire dessécher

ensuite à l'étuve. Le précipité brunit à l'air, devient cassant et brillant comme une résine, et reste néanmoins soluble dans l'eau chaude : c'est du tannin très-pur.

8. La dissolution de tannin purifiée comme il vient d'être dit, versée dans une solution de colle, y forme un magma qui s'exprime sous les doigts, qui est mou, ductile et comme contractile sur lui-même. Il s'alonge et se tire plus que le glutineux de la farine de froment, et forme dans son extension une belle membrane dorée qui se retire en se desséchant, et devient brune et cassante, vitreuse, indestructible, indissoluble dans l'eau et dans l'alcool ; elle reprend ses propriétés et ses caractères en se ramollissant par l'eau chaude : l'albumine animale se précipite par ce principe comme la gélatine, mais elle ne forme pas un magma élastique. On obtient le gluten tanné avec la simple décoction de noix de galle versée dans une dissolution de colle ; mais comme on ne peut plus en séparer le tannin sans décomposer l'une et l'autre de ces matières une fois unies, on ne peut pas se servir de ce procédé pour obtenir le tannin pur et isolé de l'acide gallique, etc.

9. Les dissolutions de plomb précipitant tout à la fois par le tannin et l'acide gallique, ne peuvent pas servir non plus pour séparer ces deux matériaux. Le sulfate de fer rouge forme avec le tannin, suivant le chimiste de Ségovie, un dépôt abondant qui est d'abord bleu sale, et qui devient noir en séchant. Ce précipité diffère beaucoup, suivant lui, du gallate de fer, qui est très-léger, reste long-temps suspendu, et d'un noir semblable à celui de l'encre de la Chine. Le sulfate de fer verd bien pur ne précipite pas plus par le tannin que par l'acide gallique. Le gallate de fer est bien et entièrement dissoluble dans les acides ; le tannate de fer est au contraire décomposé, leur abandonne le fer, et dépose le tannin pur ; tous les acides séparent aussi le tannin de l'eau.

10. Quand on précipite le sulfate de fer rouge par le tannin, une portion de celui-ci désoxide le fer et le fait repasser à

l'état de sulfate de fer verd ; le tannin oxigéné reste en dissolution dans la liqueur : on l'obtient également par l'acide muriatique oxigéné, qui fonce la couleur de la dissolution de tan, et qui lui fait perdre sa propriété tannante. Au reste, M. Proust, qui dit ne pas connoître encore l'état nouveau de ce tannin oxigéné, compare ce principe à l'acide gallique, et trouve entre eux de grandes analogies. Suivant ses expériences, l'acide gallique perd, comme le premier, ses propriétés, et sur-tout celle de précipiter le sulfate de fer en noir. C'est ce qu'il croit se passer dans les encres et les écritures vieilles, où l'acide gallique s'oxigène par le contact de l'air. Peut-être en effet ces deux matériaux ne diffèrent-ils que par une légère proportion de leurs principes, puisqu'ils s'accompagnent constamment dans les végétaux, paraissent se former ensemble, et peut-être même l'un aux dépens de l'autre.

11. Quoiqu'il en soit de leur analogie et de leur rapprochement, il n'en est pas moins certain, dans l'état actuel de nos connaissances, que le tannin est une matière végétale assez répandue, sur-tout dans les végétaux ligneux, presque toujours attachée ou combinée au bois, bien caractérisée par son odeur, sa saveur acerbe, sa propriété de précipiter et de durcir les matières animales, celle de les conserver et de les rendre inaltérables, sa qualité éminemment antiseptique, sa propriété de se colorer à l'air et de teindre en brun et en noir. Il y a lieu de croire que ce principe végétal, bien remarquable, est la source commune et générale de la propriété astringente; que c'est le foyer principal de la vertu que les médecins nomment *antiseptique ;* que peut-être même c'est la matière qui guérit les fièvres et la périodicité dans les maladies, et qu'enfin toutes les belles et grandes propriétés qu'il présente, outre qu'elles exigeaient que j'en traitasse en particulier, appellent l'étude et l'attention des philosophes, des chimistes et des médecins. Il n'y a pas lieu de douter que cette étude conduira à de grandes et utiles découvertes.

ARTICLE XXIII.

Du vingtième des matériaux immédiats des végétaux ; du suber.

1. Je propose de nommer *suber* une matière végétale analogue au liége, et qui présente des caractères chimiques semblables à ceux de ce corps. Cette matière recouvre tous les végétaux et en forme l'épiderme ; c'est une membrane sèche, cassante, mince, demi-transparente, se roulant facilement sur elle-même par le contact de l'air sec, insipide, indissoluble dans l'eau, et séparable cependant de l'écorce par l'absorption de ce liquide et le gonflement qu'il y occasionne. Le liége proprement dit ne paraît être que cette matière plus épaisse, plus condensée, plus accumulée ; de sorte que chaque épiderme d'arbre, considéré sous ce rapport, n'est qu'une couche de liége.

2. Quoiqu'il fût très-probable, d'après le seul aspect et les propriétés externes du liége qui le distinguent assez de toutes les autres matières végétales, que c'était véritablement une substance différente de toutes les autres, ce n'est qu'en 1787 que M. Brugnatelli publia une première observation qui servit à caractériser le liége comme une matière particulière. En distillant de l'acide nitrique sur cette substance, outre la corrosion et la couleur jaune qu'on savait déja qu'il prenait par le contact de cet acide, ce physicien découvrit qu'il se formait un acide particulier, différent de tous ceux qui étaient connus. Le citoyen Bouillon-Lagrange a examiné ensuite cet acide, qui n'avait été qu'annoncé par Brugnatelli, et en a fait connaître plusieurs propriétés, ainsi que celles du liége lui-même. Il était déja connu que le liége est très-léger, très-combustible, qu'il donne une flamme blanche et vive, qu'il

laisse un charbon très-léger, très-noir, boursouflé, qu'il donne un peu d'ammoniaque à la distillation.

3. Quand on veut traiter ce corps par l'acide nitrique, il ne faut pas prendre celui-ci trop concentré ni contenant beaucoup de gaz nitreux, car il est susceptible de l'enflammer. Il se dégage du gaz acide carbonique et du gaz nitreux pendant l'action réciproque du liége et de l'acide. A mesure que le liége se convertit en acide subérique, il se sépare une matière jaune, molle, qui nage à la surface de la liqueur et qui est une matière grasse particulière, assez semblable à une résine ou à une graisse : ce sont les fragmens jaunes qu'on voit nager sur l'acide nitrique dans lequel sont tombés des bouchons de liége.

4. En évaporant l'acide qui a agi sur le liége, il se sépare de petites aiguilles d'un jaune fauve d'acide subérique. Le citoyen Lagrange a employé deux moyens de le purifier : l'un consiste à le combiner avec un alcali, à faire évaporer la dissolution bien filtrée jusqu'en consistance de sirop, à le précipiter ensuite par un acide plus fort tel que le muriatique, et à le bien laver avec l'eau distillée froide. Le second moyen est de faire bouillir l'acide subérique jaune avec un peu d'eau et de la poussière de charbon, de filtrer la liqueur chaude ; l'acide se dépose par le refroidissement, sous forme solide et cristalline ; il est beaucoup moins coloré qu'il n'était d'abord : on obtient le reste en évaporant la liqueur surnageante. Il a une saveur âpre et acerbe ; il rougit les couleurs bleues végétales ; il noircit par le contact de la lumière ; à un feu doux, il se volatilise sans se décomposer ; il se liquéfie par le contact du gaz oxigène ; il se dissout dans l'eau, dont il exige au moins cinquante parties quand elle est froide ; l'eau chaude en dissout bien davantage, et il s'en sépare en partie par le refroidissement sous forme cristalline.

5. Les acides à radicaux simples n'agissent sur l'acide subérique que quand ils sont concentrés, et alors ils le brûlent.

L'alcool le dissout mieux que l'eau, et prend avec lui une odeur d'eau de noyau. Les combinaisons de l'acide subérique avec les terres et les alcalis sont plus ou moins dissolubles : quelques-uns de ces subérates cristallisent bien, d'autres difficilement ; il en est qui restent sous la forme pulvérulente et insoluble, tandis que d'autres sont déliquescens. Les acides forts les décomposent et précipitent de leurs dissolutions l'acide subérique qui s'en sépare en cristallisant.

6. L'acide subérique attaque peu de métaux, si l'on en excepte le fer et le zinc ; il s'unit à presque tous les oxides, et forme avec la plupart des sels indissolubles : il change la couleur des sels de zinc, de fer et de cuivre ; il précipite en blanc les dissolutions nitriques de plomb, de mercure et d'argent. Le citoyen Lagrange a commencé à déterminer les attractions électives de cet acide, et il les a trouvées, par rapport aux bases alcalines et terreuses, dans le même ordre que celles des acides sulfurique, nitrique et muriatique pour ces bases. Il n'a pas pu encore apprécier celles qu'il exerce sur les oxides métalliques.

7. L'écorce de la variété d'orme, comme galleux et raboteux, qui est nommé *orme tortillard*, et qui a l'épaisseur, la mollesse, l'élasticité, la porosité et le tissu du liége, a présenté au citoyen Vauquelin des propriétés fort analogues à celles du liége proprement dit, et quelques essais faits sur l'épiderme de plusieurs arbres m'ont offert des analogies assez marquées avec ce corps épidermoïde du chêne qui fournit le véritable liége, que j'ai cru devoir rapprocher toutes ces matières sous le nom générique de *suber*, comme formant véritablement un des matériaux distincts et constans des végétaux. Il faudra des travaux ultérieurs et des recherches nouvelles pour connaître plus exactement ce corps, qui mérite toute l'attention des chimistes.

8. Je ne doute pas non plus que ce corps, si voisin du tissu ligneux et de la matière colorante végétale, ne contienne

une certaine proportion d'azote parmi ses principes ; et quoique j'aie encore bien peu de connaissances positives sur sa nature, au moins au delà de celles qui suffisent pour le distinguer des autres matériaux immédiats des plantes, elles me suffisent cependant pour faire voir une analogie qui se rencontre ici entre les végétaux et les animaux, en ce que leur corps est enveloppé et recouvert d'un tissu indissoluble peu perméable à l'eau, différent de tous les autres tissus qui les forment, et destiné à jouer en effet un rôle particulier dans leur organisme.

ARTICLE XXIV.

Des diverses matières plus ou moins analogues aux substances fossiles ou minérales que l'on trouve mêlées ou combinées aux matériaux immédiats des végétaux.

1. On a vu par les faits nombreux recueillis dans un grand nombre d'articles de cette septième section, que tous les matériaux immédiats des végétaux sont formés, dans leurs premiers principes, de carbone, d'hidrogène et d'oxigène ; que l'azote entre aussi dans quelques-uns d'entre eux, et les rapproche alors de ceux des matières animales ; que la variété singulière de forme, de consistance, de saveur, d'odeur, de couleur, et de toutes leurs propriétés chimiques, dépend presque uniquement de la proportion différente de ces principes primitifs, et qu'il ne faut qu'une bien légère variation dans cette proportion pour en faire naître une très-grande dans leurs variétés. Mais outre cette uniformité générale de

composition, qui admet dans la diversité de quantité respective des principes la cause de leur diversité de nature, il est une autre source de quelques différences entre ces matériaux, dont il est nécessaire d'exposer ici l'influence, et de déterminer les rapports avec les propriétés même de ces matériaux.

2. Elle existe dans des corps étrangers en quelque manière à leur nature intime, qui font quelquefois partie de leur composition, ou qui en varient quelques propriétés, quoiqu'ils n'y soient que disséminés, passagers ou accessoires. Ces corps, étrangers à la composition végétale, sont des matières fossiles, le plus souvent puisées ou pompées dans la terre par les tubes capillaires des racines, et portées dans les vaisseaux des plantes avec les sucs ou l'eau que ces organes y absorbent sans cesse. Ils sont en général de deux classes, ou des matières simples, ou des matières composées. Je les les rapporte : *a*, aux corps combustibles indécomposés; *b*, aux métaux; *c*, aux acides; *d*, aux bases terreuses et alcalines; *e*, aux substances salines, et je les considérerai dans cet ordre.

3. Parmi les corps combustibles simples, le soufre et le phosphore se rencontrent souvent dans les plantes. On a trouvé le soufre dans beaucoup de crucifères; leurs eaux distillées, l'alcool distillé sur ces plantes dans les préparations pharmaceutiques, déposent du soufre même cristallisé à l'aide du temps. En pourrissant, ces végétaux exhalent l'odeur fétide du gaz hidrogène sulfuré; l'eau, chargée par la distillation de ce qu'on nommait leur *esprit recteur* ou leur *arome*, se comporte comme une vraie dissolution de ce gaz en petite quantité, et dépose du soufre toutes les fois que ce gaz se décompose par le contact de l'air et l'absorption de l'oxigène. D'après les essais du citoyen Deyeux, on extrait le soufre en poudre de la fécule de racine de patience, ou de cette racine rapée et lavée dans l'eau, ou de l'écume qu'elle forme quand on la

fait bouillir avec ce liquide. Margraff a extrait du phosphore des graines de sinapi traitées à grand feu dans la distillation, et l'on attribue l'acide phosphorique des mines limoneuses, des mines de transport, et sur-tout de celles du fer, aux plantes de marais, au-dessous desquelles ces mines se forment.

4. On trouve fréquemment le fer à l'état d'oxide dans les plantes ; on a même dit l'avoir trouvé en grains métalliques dans les fraises. L'oxide de ce métal existe souvent dans les cendres des végétaux. On assure que celle des bois durs, sur-tout du chêne, en contient le douzième de son poids. C'est faussement qu'on attribuait autrefois la couleur des plantes et celle des fleurs à ce métal. Il n'est presque pas douteux qu'il passe de l'intérieur de la terre par les racines. Schéele a trouvé l'oxide de manganèse aussi fréquemment que celui de fer dans les cendres végétales, et il est vraisemblable que ce qu'on a pris souvent pour du fer n'était que l'oxide de ce métal. Quelques chimistes, Beccher et Kunckel à leur tête, admettent la présence de l'or dans les plantes ; mais la très-petite quantité de ce métal qu'on peut extraire de leurs cendres, et qu'on n'en sépare qu'à l'aide de la fusion avec le plomb, paraît provenir plutôt de ce dernier que des cendres même, comme l'ont prouvé des hommes plus exacts que ceux qui ont renouvelé de nos jours cette ancienne prétention de la chimie.

5. Parmi les corps simples brûlés (après l'eau qui, sans être une véritable matière végétale, semble être essentielle à la nature des plantes, et faire nécessairement partie constituante de leurs matériaux qu'elle délaie et transporte), il n'y a que quelques acides qui se rencontrent dans les produits des végétaux ; encore n'y trouve-t-on que l'acide carbonique pur ; mais il paraît y être si fréquent et si abondant, spécialement dans les sèves, qu'il semble faire un des principaux nutrimens des plantes, comme je le ferai voir ailleurs. Aucun des autres acides qu'on en extrait n'y est pur, mais toujours combiné avec des bases terreuses et alcalines : tel est

l'état des acides sulfurique, nitrique, muriatique et phosphorique, qui s'y trouvent unis à la potasse, à la chaux, et quelquefois, quoique bien plus rarement avec la soude, en combinaisons salines.

6. Plusieurs des matières terreuses et alcalines que j'ai fait connaître dans la quatrième section de cet ouvrage, existent aussi très-souvent parmi les matériaux des végétaux. La silice se trouve dans presque toutes leurs cendres; elle est quelquefois en concrétions comme dans le *tabasheer*. L'alumine y existe, mais beaucoup moins qu'on ne l'a dit. La magnésie est dans le même cas. La chaux y est beaucoup plus abondante, et s'y trouve sur-tout unie aux acides sulfurique, phosphorique ou carbonique. La potasse s'y rencontre si souvent et fait une des parties si grandes et si constantes de leurs résidus brûlés, qu'on l'a regardée autrefois comme exclusivement appartenant aux plantes, et qu'on l'a nommée *alcali végétal*. On croyait même qu'elle ne se trouvait que dans les végétaux, qu'elle leur était particulière, qu'elle se formait par l'acte même de la végétation. Quoiqu'il soit bien reconnu que cet alcali se trouve parmi les fossiles et qu'il fait même un de leurs principes, spécialement dans les produits volcaniques, comme je l'ai indiqué ailleurs, c'est le plus souvent des matières végétales qu'on l'extrait. Après avoir brûlé des herbes, et sur-tout des bois, on lessive leurs cendres, on évapore cette lessive à siccité, et on obtient ainsi le *salin*; on calcine le salin dans des fours, où on le tient rouge pendant plusieurs heures : c'est ainsi qu'on prépare la potasse du commerce. Elle contient, outre la portion de potasse caustique qu'on y recherche, du carbonate de potasse, du sulfate de potasse, du muriate de potasse, du sulfate de chaux, du phosphate de chaux, souvent de l'oxide de fer, de l'oxide de manganèse, de la silice : on en sépare toutes ces matières étrangères en les lessivant dans très-peu d'eau, en tenant longtemps cette lessive à l'air pour en faire précipiter la silice à

mesure que l'alcali absorbe l'acide carbonique atmosphérique; ou bien, si l'on veut obtenir la potasse pure, en la traitant par l'alcool, soit immédiatement, soit après l'avoir mêlée avec de la chaux vive pour décomposer le carbonate de potasse qu'elle contient : on se procure ainsi beaucoup plus de potasse caustique que lorsque l'alcool, qui ne touche point aux sels, est employé seul et immédiatement pour la dissoudre.

7. La soude est beaucoup plus rarement contenue dans les végétaux que la potasse : il n'y a que ceux qui croissent dans l'eau de la mer qui en fournissent par la combustion; et l'on a vu ailleurs que c'est par l'incinération des soudes, des kalis, des vareks, des goémons et des fucus, qu'on se procure la soude sur les bords de la mer. Elle est combinée dans les plantes le plus souvent avec l'acide muriatique, quelquefois, quoique bien plus rarement, avec l'acide sulfurique. Il paraît, d'après l'analyse du *salsola soda* faite par le citoyen Vauquelin, que la soude existe aussi à l'état pur et caustique dans les plantes marines.

8. Les sels proprement dits, ou les combinaisons salines de plusieurs des acides à radicaux simples avec des bases terreuses et alcalines, se rencontrent aussi dans les plantes; ce sont même les matières fossiles qu'on y trouve le plus communément, et qu'on en extrait le plus facilement. On les retire de leurs sucs évaporés; ils effleurissent sur leurs extraits : on les sépare de leurs cendres. Tels sont en particulier le sulfate de potasse, celui de soude et de chaux, le nitrate de potasse, le muriate de potasse, le muriate de soude et le phosphate de chaux.

9. Il y lieu de penser que toutes ces matières fossiles, dont la qualité varie sans cesse parmi les produits végétaux qui ne sont pas nécessaires à leur constitution, qui ne sont que des corps accessoires et comme accidentels parmi leurs matériaux immédiats, qui enfin peuvent varier beaucoup par leur proportion et leur diversité sans changer la nature même

de ces matériaux, proviennent immédiatement de la terre où plongent les racines des plantes, et qu'elles ont été absorbées par les racines de ces êtres avec l'eau qui leur sert spécialement de nourriture : ainsi ils dépendent de la nature des terrains où ces racines sont placées.

10. Quelques physiciens ont cependant pensé que la végétation leur donnait naissance, qu'ils étaient formés de toutes pièces dans les organes même des plantes : on a sur-tout adopté cette opinion pour la potasse et pour le nitre. Il est même quelques chimistes qui poussent cette idée jusqu'à croire que le fer est également formé par les forces de la vie végétale; mais loin d'acquérir on de trouver des preuves de cette assertion dans les expériences, il paraît qu'elle devient de moins en moins probable à mesure que l'analyse fait des progrès, tandis que l'opinion qui admet le passage de ces matières du sol même dans les plantes, se fortifie de jour en jour.

CINQUIÈME ORDRE DE FAITS

SUR LES COMPOSÉS VÉGÉTAUX.

Des altérations spontanées dont ces composés sont susceptibles.

ARTICLE PREMIER.

De la nature et des causes générales de ces altérations.

1. Tous les phénomènes, tous les faits recueillis jusqu'aujourd'hui sur les composés végétaux, prouvent, comme on l'a montré dans les articles précédens, que ces composés, plus compliqués dans leur composition que ceux qui appartiennent aux fossiles, sont aussi par cela même beaucoup moins permanens que ces derniers. Les attractions qui existent entre leurs principes primitifs, au moins au nombre de trois, ne leur permettent que rarement de rester permanens dans leur premier état, à moins que leurs molécules très-rapprochées, très-condensées, n'admettent entre elles aucun corps étranger qui puisse les écarter, et solliciter celles de leurs composans à réagir les unes sur les autres.

2. Dès que cette circonstance d'écartement de leurs molécules intégrantes a lieu par l'intromission, soit de celles du calorique, soit de celles de l'eau toujours accompagnée du premier de ces corps, alors l'équilibre de leur composition est promptement rompu, l'attraction entre les corps primi-

tifs qui les compose change et prend un autre mode ; et en s'unissant d'une autre manière, en tendant à se combiner deux à deux ou chacune isolément à celles qui leur conviennent le plus, elles entraînent la résolution plus ou moins entière du premier composé, son changement plus ou moins profond, sa décomposition plus ou moins complète.

3. Telle est en général la double cause première de toutes les altérations spontanées dont les matières végétales sont susceptibles : l'une réside dans la nature même de leur composition, dans la faiblesse d'équilibre qui tient leurs principes réunis, dans la disposition qu'ils ont à se séparer pour se réunir dans un autre ordre ; la nature qui n'a voulu qu'une adhérence passagère et momentanée dans ces composés végétaux, leur a imprimé ce caractère de variabilité et d'inconstance : l'autre cause consiste dans l'intromission des molécules de corps quelconques entre les leurs propres, intromission qui en écartant ces dernières molécules, en affaiblissant le lien qui les tient réunies, en diminuant leur attraction propre, les dispose à se séparer, les porte à s'unir dans un autre ordre, à former de nouveaux composés, à paraître sous de nouvelles formes et de nouvelles propriétés.

4. On observe constamment que la naissance des mouvemens intestins qui donnent lieu à ces changemens spontanés de nature et de composition, que la suite sur-tout ou la série régulière et déterminée de ces mouvemens, produisent en général des composés moins compliqués que ceux qui les ont éprouvées. Ainsi l'hidrogène tend à s'unir à l'oxigène et à former de l'eau ; l'hidrogène tend à se combiner avec l'azote et à constituer de l'ammoniaque ; le carbone, à se porter séparément sur l'oxigène et à composer de l'acide carbonique. Telle est aussi la fin constante de ces altérations, qui, considérées sous ce point de vue, ressemblent à l'effet produit par l'action du feu, ou par celle des acides puissans, des matières oxigénées très-énergiques.

5. Mais avant que ce dernier terme des altérations spontanées dont ces composés végétaux sont susceptibles soit atteint par la décomposition qu'ils éprouvent, ils s'arrêtent à différentes époques, ils restent à divers états intermédiaires, ils passent par plusieurs termes successifs dans lesquels ils ont acquis des caractères particuliers, des propriétés distinctives qu'on peut reconnaître facilement, et dans lesquels, en saisissant avec soin les époques où ils arrivent, il est possible d'en interrompre la continuation, de les fixer de manière à empêcher que l'altération ne s'avance davantage et ne continue.

6. Dès que l'observation a fait connaître cette altération naturelle des composés végétaux, ainsi que les causes ou les circonstances générales qui la favorisent, non seulement elle a dû éclairer une foule d'effets et de productions qui en sont les suites nécessaires parmi les nombreux phénomènes de la nature, mais elle a encore conduit l'homme à chercher les moyens ou de faire naître ces altérations à son gré, ou de les pousser au point qui lui convient, ou de les fixer à l'époque qu'il trouve utile à ses besoins, ou enfin de l'arrêter entièrement, de l'empêcher d'avoir lieu ; et tous les moyens qui sont à la disposition de l'art l'homme les emploie avec plus ou moins de succès, et il les varie suivant les produits qu'il veut se procurer.

7. La science, après une longue suite d'observations sur les altérations spontanées dont les végétaux sont les sujets, et qu'ils éprouvent d'une manière variée suivant les diverses circonstances et les divers agens auxquels ils sont exposés, a dû distinguer la nature même de ces altérations en plusieurs espèces. Elle considère de suite et dans cet ordre les fermentations, la décomposition lente à l'air, l'action lente et souterraine des eaux, l'influence du sol et des diverses espèces de terrains sur les végétaux qui y sont enfouis, et passe conséquemment en revue dans la suite de ces considérations im-

portantes les produits variés de ces altérations, ceux des fermentations, les bois pourris, les terreaux, les bitumes, les végétaux fossiles, les pétrifications, etc.

8. Cette manière de décrire et d'envisager les altérations spontanées des matières végétales, infiniment plus méthodique que ce qu'on avait essayé de faire jusqu'ici dans les élémens de chimie, a l'avantage de présenter dans un système bien coordonné l'ensemble et la série de plusieurs corps qu'on rapportait faussement autrefois au règne minéral. Je n'ai pas besoin de faire observer que toutes ces altérations n'ont lieu que sur les végétaux privés de la vie, que la végétation les repousse, qu'on peut regarder leurs effets comme des moyens d'analyse naturelle, et qu'en les observant avec beaucoup de soin, la philosophie de la science peut en tirer de grandes lumières pour connaître la nature et la composition des substances végétales. Ce dernier point, ainsi que celui de l'utilité des produits formés par la suite de ces altérations, me guidera spécialement dans les articles suivans.

ARTICLE II.

Des fermentations en général et de leur distinction en plusieurs espèces.

1. Comme les changemens qui arrivent aux végétaux dans leurs altérations spontanées sont presque toujours accompagnés d'un mouvement intestin qui agite, soulève et semble tourmenter leur masse, on a nommé le phénomène même par lequel les matières végétales soumises à l'œil de l'observateur dans l'air ou dans des vaisseaux ouverts ou transpa-

rens subissent ces changemens, des fermentations; en sorte qu'aucune modification dépendante de leur nature intime, et susceptible de changer cette nature même, n'a lieu sans qu'il n'y ait une fermentation.

2. On n'a pas été long-temps à reconnaître dans la science que cette altération spontanée variait singulièrement dans les matières végétales, suivant leur nature différente; et comme toute variation ou tout changement intérieur dépendant de la nature même de ces matières, et ayant lieu sans l'intervention nécessaire d'un agent étranger, a, par cela même, le caractère d'une fermentation, il était naturel que les chimistes distinguassent différentes espèces de fermentation.

3. Boerhaave a le premier reconnu trois fermentations qu'il a nommées, la première *fermentation spiritueuse;* la seconde, *fermentation acide* ou *acéteuse;* la troisième, *fermentation putride.* Il les a regardées comme établies par la nature dans un ordre constant, et se suivant régulièrement dans celui que je viens d'énoncer. Ainsi la seconde ne pouvait avoir lieu suivant lui qu'après la première, et la troisième qu'après la seconde: d'où il est aisé de voir qu'il les concevait comme une série de mouvemens intestins enchaînés l'un à l'autre par une cause égale et intime, se succédant par une nécessité indispensable, et se provoquant réciproquement.

4. Quoique plusieurs chimistes aient proposé quelques modifications à ce système ingénieux de Boerhaave, la plupart des physiciens ont adopté l'ensemble de ses idées, et l'on a long-temps suivi cette marche dans les écoles. Celle de Rouelle sur-tout a beaucoup contribué à le propager et même à l'étendre. On distinguait chacune de ces fermentations à son produit. Celle qu'on nommait spiritueuse avait pour produit l'*esprit-de-vin* ou l'*esprit ardent*, que l'on nomme aujourd'hui alcool; celui de la seconde ou de la fermentation acide était le vinaigre: et voilà pourquoi on la nommait acéteuse, d'après Boerhaave; enfin la fermentation putride portait le nom

d'alcaline, parce que l'alcali volatil ou l'ammoniaque était regardée comme son produit essentiel ou constant.

5. Quelques chimistes, et spécialement Bucquet dans les dernières années de sa vie et dans ses dernières leçons, depuis 1776 jusqu'en 1779, crurent que cette distinction en trois espèces ne suffisait pas pour renfermer toutes les altérations ou fermentations que les végétaux pouvaient subir. Ils citaient pour preuves de leur opinion la levure de la pâte de farine ou la fermentation panaire; mais celle-ci tend manifestement à former un acide, et rentre dans la seconde espèce de Boerhaave : la fermentation, qui développe des parties colorantes, telles que celles de l'indigofère et du pastel, etc.

6. En considérant cet objet dans toute son étendue et sous toutes ses faces, j'ai reconnu qu'il y a en effet plusieurs espèces de mouvemens fermentatifs qui sont différens des trois fermentations distinguées par Boerhaave, soit par leur phénomène, soit par leur produit; qu'il était nécessaire d'en ajouter au moins deux bien distinctes aux trois espèces reconnues depuis le célèbre professeur de Leyde; et qu'à mesure qu'on étudiera avec plus de soin et d'exactitude les circonstances, les conditions et les effets de ces altérations spontanées qu'éprouvent les matières végétales diverses, on sera raisonnablement conduit par la suite à multiplier encore leurs espèces et à reconnaître leurs différences réelles.

7. J'admets donc cinq espèces de fermentations végétales : la première est la fermentation *saccharine*; la seconde, la fermentation *vineuse*; la troisième, la fermentation *acide*; la quatrième, la fermentation *colorante*; et la cinquième, la fermentation *putride*. Leur disposition annonce qu'elles se suivent dans l'ordre où elles sont énoncées, qu'il y en a une qui précède celle que Boerhaave comptait être la première, et une autre placée entre la fermentation acide et la putride. Je les traiterai ici successivement dans des articles séparés; mais je dois présenter auparavant quelques vérités communes

à toute fermentation qui forment comme autant de caractères génériques de ce mouvement spontané, qui exposent des faits appartenant à toutes et à chacune d'elles, et qui doivent conséquemment précéder leur histoire particulière.

8. La première de ces vérités générales, c'est la nécessité de bien distinguer l'altération fermentative d'avec les autres altérations spontanées dont les végétaux sont susceptibles : par exemple, de celles qu'ils éprouvent lorsque, privés d'ailleurs des conditions nécessaires à la naissance de la fermentation, ils sont plongés dans l'eau ou enfouis à sec dans la terre. Ici, outre que les circonstances que je puis nommer fermentifères leur manquent, les végétaux se trouvent soumis à l'action d'autres agens capables de retarder ou d'arrêter leur fermentation, ou d'agir d'une autre manière sur leur tissu et leur composition. Aussi, dans l'ordre des faits qui m'occupent ici, je distingue la formation du terreau, celle des bitumes, la fossilisation proprement dite d'avec les fermentations. Quoique la nature même des matières végétales qui éprouvent l'une ou l'autre de ces altérations s'oppose plus ou moins par elle-même à une véritable fermentation, je montrerai, en traitant de ces phénomènes et de leurs produits, que des circonstances étrangères, que les instrumens ou les agens dans lesquels les végétaux sont plongés lorsqu'ils éprouvent les effets très-différens des fermentations, modifient tout autrement le genre d'altération qu'ils subissent.

9. Une seconde vérité plus relative encore à l'histoire de la fermentation en général, c'est qu'aucune matière végétale ne peut la subir que lorsqu'elle est pénétrée d'une certaine quantité d'eau, qui, comme je l'ai déja énoncé dans l'article précédent, en écarte les molécules, diminue leur attraction propre, les dispose à agir réciproquement sur elles-mêmes. Cette nécessité de l'eau est tellement indispensable, que le plus sûr moyen de prévenir toute fermentation consiste à priver complétement de ce liquide les matières végétales, à les dessécher totalement. Dans l'état

de sécheresse, ces matières conservent l'intégrité de leur composition; elles ne s'altèrent ni ne changent en aucune manière. On le sait assez par l'histoire des graines et des semences de toute espèce, qu'on n'entretient saines qu'en les tenant dans des lieux secs et à l'abri de toute humidité; par celle des plantes de toutes les natures; des racines, des tiges, des fleurs et des fruits, qu'on ne conserve pendant plusieurs saisons et même pendant des années entières, qu'après les avoir desséchés au soleil ou dans des fours; enfin par celle des pulpes, des poudres, des farines, des extraits et de toutes les préparations végétales pharmaceutiques dont on ne peut maintenir la pureté et les propriétés qu'en les réduisant à l'état parfait de sécheresse, et en les enfermant dans des vases parfaitement à l'abri des vapeurs et des lieux humides.

10. La troisième vérité que je dois placer ici pour faire connaître les conditions générales de la fermentation, et pour parvenir à mieux connaître leur théorie particulière, c'est qu'une certaine élévation de température est nécessaire à la production de ce mouvement : non seulement on ne connaît aucune fermentation au-dessous du terme de congélation, mais même la plupart de ces mouvemens ne commencent à s'exciter qu'à des températures qui s'élèvent au-dessus de quinze degrés du thermomètre réaumurien. Ainsi toute fermentation est arrêtée, aucune n'a absolument lieu sous les poles, dans les contrées et dans les saisons glacées : ainsi, au contraire, les climats les plus chauds présentent les fermentations dans toute leur puissance, dans toute leur activité. Cependant les zones torrides, situées sous l'équateur, ne font naître ces mouvemens que dans les matières végétales les plus fluides, ou qui contiennent beaucoup d'eau; car celles qui n'en sont que légèrement pourvues la perdent promptement, et se dessèchent si vîte dans les températures ardentes, que ce premier effet s'oppose en général à la naissance de la fermentation.

11. Quoique ces deux circonstances, l'eau et la chaleur,

soient les deux conditions les plus essentielles de la fermentation en général, leur nécessité ou la proportion de leur influence, en quelque sorte, varie pour chaque espèce de fermentation. Il en est pour lesquelles il ne faut qu'une petite proportion d'eau et une température peu élevée; d'autres, au contraire, demandent et beaucoup de liquide et une chaleur assez forte. Ces détails appartiennent au reste à chaque fermentation en particulier.

12. On a remarqué depuis long-temps qu'en mêlant avec une substance végétale susceptible de fermentation une portion, souvent même très-petite, de la même matière qui a déja fermenté, la première passait au mouvement fermentatif beaucoup plus rapidement que si elle eût été seule, et l'éprouvait d'une manière beaucoup plus rapide. Tout le monde sait que c'est ainsi qu'on fait lever plus ou moins fortement et fermenter plus ou moins vîte la pâte de farine de froment, lorsqu'on y ajoute un peu de levure de bière ou de pâte déja levée, connue sous le nom de *levain* ou de *franc levain*. Les chimistes, depuis Stahl qui a fait un ouvrage particulier sur ce sujet, ont élevé une théorie qu'on a nommée des *fermens*, et dont on a beaucoup abusé en médecine, dans laquelle on l'a transportée. Ils ont cru qu'il ne pouvait s'établir de fermentation sans l'addition d'une matière déja fermentée ou d'un ferment. Les médecins ont pensé, de leur côté, qu'un effet pareil avait lieu dans une foule de maladies, et que notamment toutes celles qui provenaient d'un virus, spécialement les affections communiquées par une inoculation, par l'introduction d'une matière quelconque, et par une voie quelconque dans la circulation, ne devaient leur naissance qu'à un mouvement intestin occasionné par un ferment. Il est bien reconnu aujourd'hui que si des corps étrangers introduits entre les molécules des différentes substances végétales favorisent le mouvement de fermentation auquel elles sont naturellement disposées, il n'est pas nécessaire que ces corps aient

déja fermenté eux-mêmes ; et que, quoique dans ce dernier cas la fermentation s'établisse en général d'une manière plus rapide et plus prononcée, toute substance étrangère susceptible d'écarter les molécules et de diminuer leur adhérence réciproque jouit de la même propriété ; c'est ainsi que l'acide carbonique, par son caractère de prendre facilement la forme gazeuse, d'occuper un grand espace, d'écarter conséquemment les molécules des corps entre lesquelles il est logé, a spécialement la propriété d'y faire naître la fermentation, et d'y développer plus promptement le mouvement intestin qui tend à les faire changer de nature, comme il résulte des recherches de M. Henry, chimiste anglais.

ARTICLE III.

De la fermentation saccharine.

1. Je nomme *fermentation saccharine* un mouvement intestin et spontané qui s'excite souvent dans plusieurs substances végétales, et par lequel il se forme dans leur intérieur une matière sucrée qui n'y existait pas auparavant. Si ce phénomène existe réellement, et si, sans l'action d'un agent ou d'un instrument extérieur étranger aux conditions nécessaires de la fermentation, une matière végétale fade ou insipide devient véritablement sucrée, il n'est pas possible de ne pas reconnaître dans cette production spontanée une véritable fermentation. Les faits que je vais bientôt rassembler mettront cette vérité hors de doute.

2. Je range cette fermentation au premier rang, parce qu'elle précède réellement la fermentation vineuse que Boerhaave regardait comme la première. En effet, on verra bientôt que la présence d'une matière sucrée est indispensablement nécessaire

pour donner naissance à la formation d'une liqueur vineuse; que toutes les substances fades, muqueuses, insipides, sont absolument incapables d'éprouver cette fermentation vineuse; que toutes celles, au contraire, qui ont une saveur plus ou moins sucrée, en sont plus ou moins sensiblement susceptibles, et que les matières non sucrées ou fades, passant quelquefois à l'état de vin, ne peuvent arriver à cet état sans contracter auparavant la saveur et toutes les propriétés des matières sucrées.

3. Ce passage de matières fades à l'état de matières sucrées appartient à une formation; et c'est celle que je nomme *saccharine*, parce que son produit est le sucre. Je ne veux pas dire par là que la formation de la matière sucrée dépende toujours et nécessairement de cette espèce de fermentation; que parce qu'une matière végétale est sucrée, elle a subi ce mouvement particulier : il faudrait de même supposer qu'il ne peut y avoir de vinaigre ou d'acide acéteux que par la fermentation acide et par le changement intestin d'un vin; tandis qu'une foule de faits chimiques, dont j'en ai déja présenté plusieurs précédemment, et auxquels j'en ajouterai plus bas quelques autres, prouvent qu'il se forme de l'acide acéteux par d'autres circonstances que par celle de la fermentation : et on l'a vu spécialement dans l'action des acides sulfurique et nitrique sur des matières végétales, fades, visqueuses, sèches et insipides. Il en est de même du sucre : il y en a, dans les matières végétales, qui s'est formé par les progrès même de la végétation; mais il s'en produit aussi par une espèce de fermentation, et c'est de celui-ci qu'il doit être question dans cet article.

4. Un des premiers procédés de l'art du brasseur me suffirait pour prouver l'existence de la fermentation saccharine. On sait que l'orge, le froment, le maïs, et la plupart des graines céréales, pénétrés d'abord d'une certaine quantité d'eau, exposés ensuite en tas à une température supérieure à celle de douze degrés, se gonflent, et annoncent le mouvement intestin qui s'excite en elles par le développement du germe qui sort au

dehors de ces semences. Le brasseur arrête ce mouvement à cette époque ; il chauffe et dessèche ces grains germés par l'action du feu dans la touraille ; et lorsqu'ils sont bien secs, il les mout pour en préparer ensuite une décoction susceptible alors de fermenter et de donner la bière. Le grain dans cet état a pris une saveur sucrée, et l'eau qui a bouilli sur cette matière en a extrait une véritable substance sucrée qu'on peut en obtenir par l'évaporation. Avant cette évaporation, il était fade et simplement farineux, et c'est une portion de cette matière insipide qui est devenue substance sucrée par une véritable fermentation, et par le mouvement intestin de ses propres molécules écartées par l'eau et par le calorique ; car il est impossible d'attribuer ce phénomène à autre chose.

5. On ne peut douter que cette fermentation saccharine n'ait également lieu dans toutes les graines céréales et peut-être dans toutes les semences monocotylédones qui germent. La germination elle-même paraît en être la suite nécessaire, ou au moins la compagne constante. Toutes les semences germées sont en effet sucrées, et j'en ai observé un assez grand nombre dans cet état, pour penser que ce phénomène est général ; il n'est pas invraisemblable que beaucoup de semences dicotylédones présentent le même caractère pendant leur germination. Ainsi la fermentation saccharine, ou le changement de la substance muqueuse, fade et féculente en sucre, par l'effet de la germination, peut être compté au nombre des premiers phénomènes chimiques que présente la végétation.

6. Il existe beaucoup d'autres circonstances de l'analyse végétale où il se forme une matière sucrée, aux dépens d'une autre matière qui ne l'était pas auparavant. Telle est sur-tout la maturation des fruits : il est généralement connu qu'on cueille sur un grand nombre d'arbres des fruits qui sont bien loin d'être mûrs et sucrés, que leur maturation n'a lieu que dans les fruitiers où on les conserve, et dans des temps plus ou

moins longs. Cette observation est sur-tout applicable aux pommes et aux poires, quoiqu'on puisse l'étendre à un très-grand nombre d'autres fruits. Ces corps, au moment où on les enlève à l'arbre, n'ont souvent qu'une saveur âpre, acerbe, aigre et désagréable : bientôt cette saveur se modifie ; ils deviennent doux, sucrés et agréables ; et il est trop évident, pour qu'il soit besoin d'une discussion plus approfondie, que dans ce cas les fruits éprouvent, dans leur pulpe ou dans leur parenchyme, un changement intestin qui ne peut être attribué qu'à une véritable fermentation.

7. La même modification de nature, sans qu'elle soit due à la même cause, se remarque dans plusieurs opérations économiques. La cuisson dans les cendres ou dans l'eau donne à beaucoup de racines et de fruits un goût sucré qu'ils n'avaient point, et paraît y développer cette matière particulière, à l'aide du changement que l'action assez forte du feu a porté dans leurs principes. Il en est de même de l'effet produit par quelques réactifs, et sur-tout par les acides puissans, dans plusieurs substances végétales fades, spécialement dans les gommes et les fécules amilacées. Le gaz acide muriatique, oxigéné surtout, communique souvent à leur dissolution dans l'eau, avec une couleur rougeâtre et une consistance sirupeuse, une saveur sucrée qui annonce le passage manifeste de l'état de matière muqueuse à celui de corps saccharin. Enfin, quelques médecins modernes, MM. Rollo et Cruischank, pensent que cette même substance fade et muqueuse se convertit souvent en matière sucrée dans l'estomac de l'homme, lorsque sa force digestive ou l'énergie de son suc gastrique sont diminuées ; ils attribuent même à cette digestion troublée et saccharine la cause de la maladie, plus fréquente à ce qu'il paraît en Angleterre qu'en France, et qui est nommée *diabetes mellitus*, à cause de la saveur sucrée de l'urine rendue très-abondamment par les malades qui en sont affectés. Il est facile de voir que dans ce cas, dont il faut attendre la confirmation par des observations subséquentes,

il se passe une véritable fermentation saccharine dans l'estomac. Il y a quelque chose d'analogue dans l'estomac ou les glandes musculaires des femelles qui nourrissent leurs petits.

ARTICLE IV.

De la fermentation vineuse et de ses produits, du vin et de l'alcool.

1. On nomme fermentation *vineuse* celle que Boerhaave appelait *spiritueuse :* ce dernier nom était tiré de celui d'esprit-de-vin, qu'on donnait au produit de la distillation du vin ; mais ce dernier, le vin, étant le véritable produit de la fermentation dont il s'agit, il est plus naturel comme plus exact de nommer *vineuse* cette fermentation, d'autant plus qu'on a renoncé à la dénomination d'esprit-de-vin qu'on donnait autrefois à ce liquide. L'histoire de la fermentation vineuse étant une des parties les plus importantes et les plus utiles de la chimie végétale, doit être traitée avec le plus de soin et une quantité suffisante de détails pour la rendre claire et complète : c'est pour cela que je divise cet article en six paragraphes. Le premier traitera de la définition et de l'histoire littéraire de la fermentation vineuse ; le second offrira l'exposé des conditions qu'elle exige ; le troisième, celui des phénomènes qu'elle présente ; le quatrième aura pour objet l'analyse du produit immédiat qu'elle donne, ou du vin ; le cinquième, celle du produit éloigné ou définitif qu'on en retire, c'est-à-dire, de l'alcool ; et le sixième sera destiné à l'examen des causes et du mécanisme de cette fermentation et de la formation de l'alcool.

§. Ier.

Définition et histoire littéraire de la fermentation vineuse.

2. J'ai dit que l'on nommait vineuse cette fermentation, parce que son produit véritable est du vin ; et cela est si vrai, que l'on ne peut pas préparer de vin sans cette fermentation, et qu'il en est la suite et l'effet nécessaire. On ne doit pas l'appeler spiritueuse, non seulement parce qu'on a renoncé à cette dénomination ridicule d'*esprit-de-vin*, mais parce qu'il n'en est pas le produit ou la production immédiate ; aussi ne l'a-t-on pas appelée *fermentation alcoolique*, comme on aurait dû le faire si on s'en était tenu à cette première idée sur sa nature et son effet.

3. Boerhaave est le premier chimiste qui a cherché à répandre les lumières de la saine physique sur la fermentation, et qui a essayé d'en expliquer la cause et les phénomènes. Il a eu le mérite de renoncer aux théories fausses qu'on avait données avant lui sur la nature de ce mouvement ; il a senti que la physique de son temps n'était pas assez avancée pour en connaître convenablement la véritable cause. La mauvaise physique qui a régné long-temps dans les écoles pour l'explication des phénomènes chimiques, attribuait la fermentation vineuse au mouvement et au frottement réciproques des molécules, et n'expliquait rien en voulant tout expliquer. Beccher avait eu une idée plus rapprochée du vrai, quoique peu nette et peu exacte encore, mais au moins assez ingénieuse, en comparant la fermentation à une espèce de combustion.

4. Depuis Boerhaave jusqu'à Rouelle et Macquer, on n'a rien dit d'exact sur la cause de la fermentation vineuse, mais on en a étudié et mieux décrit les phénomènes ; on a peu à peu senti le vide des hypothèses présentées jusque-là et adop-

tées avec plus ou moins de chaleur, comme soutenues avec plus ou moins d'acharnement. Macquer, sans rien trouver de nouveau sur le mécanisme de ce mouvement spontané, a réuni d'une manière plus exacte que ses prédécesseurs l'ensemble de ses phénomènes; il a donné quelques expériences exactes sur l'art de perfectionner la fabrication et la nature des vins.

5. Beaucoup de physiciens et de chimistes ont travaillé après lui sur les procédés des divers genres de vinification, sur la différence des vins, sur l'art d'en reconnaître la qualité, d'en corriger les défauts, d'en guérir les maladies, d'en faire l'analyse, d'en perfectionner les propriétés utiles, d'en séparer le produit alcoolique. On doit spécialement distinguer parmi les auteurs, Rozier, Maupin, Baumé, Bullion, auxquels on doit un grand nombre d'observations plus ou moins précieuses et de procédés avantageux.

6. Jusqu'à l'époque de la découverte de la décomposition et de la nature de l'eau, on n'avait rien fait ni pu faire sur la cause et le mécanisme de la fermentation vineuse. Depuis, l'un des auteurs de cette découverte, l'illustre Lavoisier, a commencé, par un beau travail sur ce mouvement intestin, à entrevoir sa source, son origine et les phénomènes qui lui donnent naissance. Ses recherches sur cette partie de la science, quoiqu'imparfaites encore, comme il l'a senti lui-même, sont un des plus beaux monumens qu'on ait élevés à la science, et on doit les compter parmi les chefs-d'œuvre chimiques qui illustreront le siècle et les Français.

7. C'est à l'aide des premières données de Lavoisier, tant sur la formation que sur la décomposition de l'alcool, qu'on est parvenu depuis à faire une suite de découvertes importantes sur l'action de ce corps, soit comme dissolvant, soit comme réactif, soit comme agissant par toute sa masse et dans toute son intégrité, soit comme s'altérant et se décomposant. Trente ans se sont à peine écoulés depuis l'époque où les chimistes les plus habiles, Rouelle, Macquer, Roux et Bucquet, re-

gardaient avec raison alors la fermentation vineuse comme un des mystères les plus impénétrables de la nature, comme une sorte de sanctuaire où elle cachait profondément un de ses secrets, jusqu'au temps où la science est parvenue presque tout d'un coup à expliquer ce phénomène si abstrait, à résoudre ce problème si élevé et si difficile, à ramener à des lois simples ce mécanisme si obscur et jusque-là si inintelligible.

8. Dès-lors une foule de vérités, mystérieuses auparavant, sur les propriétés de l'alcool, sur sa légéreté, son inflammabilité, sa flamme brillante et sans fumée, sa conversion en éther, en un mot sur ce qu'il y avait jusqu'alors de plus difficile et de moins connu en chimie, sont devenus des faits simples, des phénomènes faciles à expliquer, des résultats précis d'une première vérité acquise. La découverte de Lavoisier a paru tout-à-coup un phare qui a éclairé une route immense toute couverte auparavant de ténèbres, et qui a rendu cette branche de la science, si imparfaite et si faible jusqu'à lui, beaucoup plus vigoureuse et beaucoup plus rapide dans sa croissance qu'on n'avait pu l'espérer. Tous les détails qui seront consignés dans cet article vont prouver jusqu'à l'évidence la certitude de cette proposition.

§. II.

Conditions de la fermentation vineuse.

9. Je nomme conditions de la fermentation vineuse les circonstances nécessaires à sa formation, et sans lesquelles elle ne pourrait pas avoir lieu; une fois connues, il ne s'agit plus que de les faire naître, et de les réunir pour exciter ce mouvement, ou bien de les détruire, ou de les empêcher d'avoir lieu, pour arrêter cette fermentation, pour mettre un obstacle à son développement. On verra bientôt qu'on se sert en effet de l'une ou de l'autre de ces circonstances pour modifier, comprimer, accélérer ou retarder, favoriser ou gêner la fermenta-

tion vineuse, et faire naître ainsi des différences plus ou moins importantes dans les vins.

10. La première condition indispensable est la présence d'une matière sucrée. Toutes les observations se réunissent pour prouver qu'il n'y a que cette matière végétale qui soit susceptible d'éprouver la fermentation vineuse, que sans elle on n'aurait jamais de vin, et que tous les liquides végétaux qui en contiennent la subissent plus ou moins facilement, et fortement. Aussi tous les sucs de fruits sucrés, et sur-tout le suc de canne à sucre, celui de raisin, de figues, de cerises, de prunes, d'abricots, de pommes et de poires, passent-ils, avec la réunion d'ailleurs des autres circonstances dont je parlerai, à la fermentation vineuse, quelle que soit leur différence d'ailleurs; aussi les matières végétales non sucrées ne deviennent-elles susceptibles de donner du vin, que lorsqu'on y a produit par la fermentation saccharine préliminaire une quantité plus ou moins grande de substance sucrée, comme dans l'orge, le maïs, etc. Voilà pourquoi j'ai placé cette dernière au premier rang des fermentations.

11. Cependant le sucre seul et pur n'éprouve jamais le mouvement intestin qui doit le convertir en vin. Tout le monde sait que, solide et cristallisé, il est absolument inaltérable, et reste dans cet état sans subir aucune espèce de changement. Le sirop pur est dans le même cas; et quoique l'eau soit une des conditions essentielles et indispensables pour la naissance de la fermentation vineuse, jamais l'eau et le sucre, combinés l'un avec l'autre, ne présentent les phénomènes qui accompagnent ce mouvement, et n'en fournissent le produit. C'est un fait bien constaté aujourd'hui par des expériences exactes, et qui résulte particulièrement de celles des frères Boucherie, qui, dans la raffinerie de sucre de Bercy près Paris, ont fait beaucoup d'observations importantes et précises sur cette matière.

12. La proportion d'eau est une des conditions essentielles de la fermentation vineuse; pour l'éprouver, il faut que la matière sucrée soit dissoute et bien liquide; trop de liquidité y

nuit cependant et fait souvent outre-passer le terme de ce mouvement, en amenant promptement celui qui en est la suite ; une viscosité trop grande lui est également défavorable, et ne permet pas qu'elle s'établisse : aussi, quand la liqueur destinée à faire le vin est trop épaisse, on se contente d'y ajouter de l'eau ; et quand elle est trop fluide, on y ajoute du sucre ou une matière sucrée quelconque qui lui donne une consistance plus forte.

13. Il faut aussi, pour la production de ce mouvement, une température un peu élevée. Jamais la fermentation vineuse ne s'établit au-dessous de douze degrés du thermomètre de Réaumur ; elle commence à cette hauteur, et elle va rapidement à seize ; elle est trop prompte au-dessus de vingt, et demande alors à être conduite avec précaution et ménagement pour l'empêcher d'outre-passer la production du vin. Si le pays et la saison sont trop froids, on échauffe artificiellement ; dans des circonstances opposées, on place les matières fermentantes à l'ombre et dans des lieux bas.

14. J'ai dit que le sucre et l'eau seule ne pouvaient jamais subir la fermentation vineuse ; en effet, il est essentiel que quelques matières étrangères y soient ajoutées : et c'est ce qu'on voit dans tous les sucs de fruits qu'on y soumet. Ils contiennent tous, outre le sucre et l'eau, du mucilage, de la fécule, des parties colorantes, des acides, des acidules, des sels. Voilà pourquoi les sirops pharmaceutiques qui contiennent même quelquefois peu de substances étrangères au sucre et à l'eau, fermentent ; mais s'ils en sont abondamment chargés, ils passent beaucoup plus vîte à cette fermentation, et sont plus difficiles à conserver. Il paraît qu'une matière quelconque, susceptible de diviser la liqueur sucrée, suffit pour devenir ferment, et qu'elle n'a pas besoin d'être d'une nature particulière, ni d'avoir subi déja la fermentation vineuse pour en communiquer le mouvement. C'est ainsi qu'outre la propriété connue de toutes les liqueurs végétales sucrées et mixtes

d'éprouver spontanément la fermentation vineuse, on sait que la salive, le lait, la chair elle-même, sont souvent capables d'exciter et de hâter cette fermentation dans les liqueurs végétales.

15. Une grande masse, un grand volume favorisent beaucoup la production et la force de la fermentation vineuse : en général, plus les cuves où l'on fait le vin sont grandes, et plus on a observé que le vin acquérait de qualité ; une petite quantité de liqueur sucrée n'éprouve jamais, ou n'éprouve que difficilement cette espèce de fermentation, tandis qu'elle passe très-vîte à la fermentation acide : on va voir bientôt à quoi tient cette différence.

16. Le contact de l'air a été regardé par presque tous les chimistes comme une des conditions indispensables de la fermentation vineuse ; il ne sert cependant que de réservoir ou de récipient, dans lequel s'élève le gaz acide carbonique qui se dégage. Ce n'est pas par sa propre nature chimique que l'air est utile ; il n'entre pas comme élément dans la liqueur fermentante : voilà pourquoi cette fermentation a lieu dans des vaisseaux fermés, pourvu que des tubes puissent conduire le gaz dégagé dans un réservoir destiné à cet usage, comme l'a fait Lavoisier. Mais si la matière qui doit fermenter est fortement comprimée, si au lieu d'avoir un libre contact avec l'air, ou un tube qui serve de conducteur au gaz, elle est enfermée sous des bouchons qui empêchent entièrement la sortie du fluide élastique ; alors il n'y a pas de fermentation, ou il n'y en a qu'une imparfaite, parce qu'il n'y a pas de dégagement gazeux.

§. III.

Phénomènes de la fermentation vineuse.

17. Aussitôt que la fermentation s'établit dans une matière végétale sucrée, étendue d'eau, mélangée d'une ou de plusieurs

autres substances, et placée dans toutes les circonstances ou conditions nécessaires à son existence, dont on vient de parler, sa naissance, son état et son terme s'annoncent par une série de phénomènes qui non seulement lui appartiennent en particulier et la caractérisent, mais encore deviennent pour l'observateur des indices certains de sa marche et de ses modifications. Il est donc important de décrire avec soin ces phénomènes, puisqu'outre les avantages précieux que je viens d'énoncer, ils peuvent encore guider le philosophe dans la recherche des causes de la fermentation vineuse.

18. Cette fermentation commence après quelques heures ou quelques jours, suivant l'élévation de température à laquelle sont exposées les liqueurs végétales sucrées, ou suivant la quantité de ces matières; elle s'annonce par un mouvement qui agite la liqueur, qui en déplace successivement les masses, qui transporte dans sa continuité les corps solides, les pellicules, les rafles, les pepins, et qui les promène dans le liquide. Les liqueurs en fermentation s'échauffent de dix-huit à vingt degrés; elles se troublent : on y voit, lorsque l'opération est faite dans un lieu bien éclairé, ou dans des vaisseaux transparens, comme dans les essais en petit, des stries comme huileuses qui semblent tendre à se séparer du liquide, et à en occuper la partie supérieure. On dirait que les liqueurs se partagent dès-lors en deux espèces distinctes qui s'isolent l'une de l'autre.

19. Les liquides fermentans augmentent sensiblement de volume, et s'élèvent dans les cuves; ils se couvrent d'une écume quelquefois très-volumineuse qui entraîne avec elle tous les corps étrangers et solides; c'est ce qu'on nomme le chapeau dans les cuves où l'on fait le vin. Cette écume est produite, ainsi que le soulèvement de toute la masse fermentante, par le dégagement du gaz acide carbonique, qui adhère pendant quelque temps à la liqueur encore visqueuse; qui s'attache, en se dégageant, aux matières solides mêlées à cette liqueur, et les enlève avec lui; qui, mis bientôt en liberté, remplit

le haut des cuves, et forme cette atmosphère pernicieuse pour ceux qui foulent sans précaution la vendange, et dans laquelle Priestley et Chaulnes ont fait les premiers des expériences intéressantes citées ailleurs : le résultat de celles-ci a été que ce gaz est de la même nature que celui que l'on tire de la craie et des alcalis par effervescence, qui se forme par la combustion du charbon, qui remplit la grotte du chien, qui minéralise les eaux acidules nommées, à cause de cela, *eaux spiritueuses*; c'est enfin de l'acide carbonique pur, entraînant avec lui de l'eau et un peu de vin même en dissolution.

20. La quantité de gaz acide carbonique dégagé dans cette opération est très-considérable; son dégagement commence au moment où la fermentation vineuse s'établit et dure jusqu'à ce que le vin soit tout-à-fait formé. Pour que cette liqueur soit la plus forte et la plus alcoolifère possible, il faut laisser entièrement dégager ce gaz : quand on tire le vin avant son dégagement complet, on a ce qu'on nomme du *vin mousseux*, et qui n'est pas terminé dans sa fermentation. C'est à une portion de vin en vapeur qu'entraîne en dissolution ce gaz, sur-tout à la fin de son dégagement, qu'est due la propriété qu'il a, lorsqu'on le dissout dans l'eau, de se convertir en vinaigre, suivant l'observation intéressante du citoyen Chaptal. C'est à ce gaz que sont dues les asphixies auxquelles sont exposés les vignerons qui descendent imprudemment et trop profondément dans les cuves pour fouler le raisin. On peut s'assurer de la hauteur à laquelle il s'élève, en plongeant des bougies allumées dans le haut des cuves; on doit, en y descendant, tenir sa tête au-dessus de cette hauteur. On verra plus bas que cette production abondante d'acide carbonique pendant la fermentation vineuse est une des circonstances qui ont le plus éclairé Lavoisier dans la recherche du mécanisme de cette belle opération.

21. A mesure que tous ces phénomènes ont lieu, la liqueur, de plus en plus gonflée, écumante, agitée, échauffée, bruyante même par le sifflement dû au dégagement d'acide carbonique; (ce

qui fait dire qu'elle bout), change bientôt de nature. De douce et sucrée qu'elle était, elle devient âcre, piquante, chaude; de visqueuse et gluante, elle passe à un état très-liquide et très-léger : alors tous ses mouvemens s'appaisent peu à peu; elle diminue de volume; elle se refroidit : son écume disparaît; les matières étrangères qui s'étaient élevées à sa surface se précipitent et se déposent à son fond; la liqueur s'éclaircit, et le vin est fait. On le décuve ou on le tire, et on le met dans des tonneaux. Après lui s'écoule le gaz acide carbonique, qui baisse dans la cuve à mesure que le vin baisse lui-même et lui cède sa place.

22. La fermentation vineuse présente une foule de variétés dans la force, la rapidité et la durée des phénomènes qui viennent d'être décrits, suivant une grande quantité de circonstances diverses où les matières fermentantes se trouvent. La nature des sucs végétaux différens, leur état plus ou moins visqueux, épais et sucré, ou liquide et peu sucré, la maturité des fruits, la température, le lieu, la forme des vases, la quantité du liquide, les mélanges de corps étrangers plus ou moins abondans, tels que les rafles, les pepins, les pellicules, tout y apporte des modifications qu'on considère avec beaucoup de soin dans l'art de faire le vin, le cidre, la bière, le vin de cannes, etc. La chaleur trop faible fait languir la fermentation; une liqueur trop peu sucrée, comme elle a lieu avec les fruits non mûrs dans les années pluvieuses, donne un vin faible, fermente mal, et tourne souvent à l'aigre; on la corrige en en évaporant une partie, ou en ajoutant du sucre qui y manque; une liqueur trop visqueuse exige l'addition de l'eau.

§. IV.

Du produit immédiat de la fermentation vineuse ou du vin.

23. Il ne doit pas être question ici de faire une histoire détaillée de l'art de fabriquer les vins, de faire connaître dans tous leurs détails les propriétés et les différences des espèces de vins si variées et si multipliées, d'en décrire les bonnes et les mauvaises qualités, les maladies ou les altérations, les moyens de les corriger, leur entretien. Ces objets, tous très-importans, ne sont pas compris dans la théorie générale de la science; ils appartiennent à ses applications. Je ne dois traiter ici de ce qui peut y avoir rapport, que très-légèrement et sous le point de vue de la plus grande généralité. La connaissance de ce produit immédiat de la fermentation vineuse et de ce qui peut éclairer son analyse et sa composition appartient seule aux élémens de la science. Je ne parlerai donc du vin que par rapport à ses différences générales, à son analyse, et à ses usages.

A. *Des principaux vins.*

24. Tout le monde sait qu'aucun produit des arts ne varie autant que le vin; que chaque canton où on cultive la vigne a son vin particulier, souvent reconnaissable et bien caractérisé par sa saveur et son odeur; que la manière de le fabriquer y contribue beaucoup, quoiqu'on soit en général plus porté à attribuer ses différences au terroir et à la culture qu'à la fabrication même; qu'il serait superflu et impossible même de désigner, par une description particulière, les innombrables variétés que présente cette liqueur, même dans la seule étendue de la République Française, le pays du

monde le plus riche en vins et en meilleurs vins. Il ne peut donc être traité ici que de quelques généralités, et de celles qui sont les plus importantes sur les différences des vins entre eux; et ce sera spécialement celles qui découlent des différens végétaux avec lesquels on les fabrique, qui fixeront plus particulièrement mon attention à cause de leur importance.

25. Les vins les meilleurs et les plus recherchés sont ceux que l'on fabrique avec le suc de raisin. La propriété de ce suc de former le meilleur des vins connus ne dépend pas de ce qu'elle contient le plus de matière sucrée, car sous ce point de vue le suc de la canne à sucre devrait le fournir, mais de ce que ses principes sont tellement liés entre eux, qu'il en résulte la combinaison la plus homogène, la plus uniforme et la plus douce qui puisse exister; celle qui plaît le plus généralement aux hommes. On distingue le vin rouge et le vin blanc : le premier est dû à ce que, cuvé plus long-temps, il a tiré toute la partie colorante des pellicules du raisin; le second se fait souvent avec des raisins colorés, mais dont on retire la liqueur avant qu'elle se soit teinte. Outre toutes les circonstances générales de la fermentation vineuse citées ci-dessus, il faut savoir que chaque espèce de raisin a sa manière propre et particulière de fermenter; qu'on en extrait le suc quand on veut faire du vin fin; qu'on le laisse cuver plus ou moins long-temps avant de le mettre en tonneaux; qu'il continue à fermenter encore dans ces vaisseaux et à prendre la qualité de vin fait; qu'il est sujet à un grand nombre de modifications; qu'il dépose du tartre; que sa matière colorante se sépare peu à peu et se colle sur les parois des vases ou se combine avec le sucre; qu'il se conserve plus ou moins suivant sa force et sa consistance; que quelquefois, lorsqu'il est très-généreux, il peut être gardé des années entières; qu'il prend plus de qualité par cette conservation, jusqu'à un certain terme, et qu'ensuite il décheoit et perd continuellement jusqu'à sa décomposition totale.

26. Il est utile de donner une idée générale de la différence spécifique des vins. La France en produit un grand nombre d'excellens. Ceux nommés de Bourgogne sont les meilleurs de tous pour l'usage journalier ; leurs principes sont parfaitement combinés, et il n'y en a aucun qui domine : ils prennent beaucoup de qualité pendant six à huit ans, et ils perdent ensuite, mais très-lentement, et se conservent en général très-bien. Les vins dits de l'Orléanais ont des qualités rapprochées de celles des vins de Bourgogne, lorsque le temps a dissipé leur verdeur et combiné intimement leurs principes. Les vins rouges de la ci-devant Champagne sont très-délicats; le vin blanc non mousseux est très-préférable au mousseux, qui n'est point assez fait, qui n'a point assez fermenté, qui ne contient point ou presque point d'alcool, et qui devient bien plat quand il a perdu son acide carbonique. Les vins des ci-devant Languedoc et Guyenne sont foncés en couleur, très-toniques, sur-tout quand ils sont vieux. Ceux du ci-devant Anjou sont très-spiritueux et enivrent promptement. Les vins d'Allemagne, du Rhin et de la Moselle sont blancs et très-alcooliques; ils se conservent longtemps ; quelques vins d'Italie, ceux d'Orviette, de Vicence, le *Lachryma Christi*, sont bien fermentés et imitent assez bien les bons vins de France. Ceux d'Espagne et de Grèce sont en général cuits, doux, peu fermentés et mal-sains ; excepté cependant ceux de Rota et d'Alicante, qui passent pour des cordiaux très-utiles. Les vins du Cap de Bonne-Espérance sont peut-être les meilleurs et les premiers de tous les vins.

27. Les pommes et les poires aigres et âpres contiennent un suc qui fermente assez bien, et qui donne le cidre et le poirée. En laissant reposer le cidre sur sa lie, il acquiert de la force ; lorsqu'on le tire à clair on forme le cidre fin ; en y ajoutant du suc frais de pommes on fabrique du cidre doux qui continue à fermenter, et qui contient beaucoup de

gaz acide carbonique. Cette liqueur se rapproche des propriétés du vin ; elle en diffère cependant, parce qu'elle tient moins de tartre et beaucoup de substance muqueuse sucrée qu'on en extrait facilement par l'évaporation. C'est pour cela qu'en distillant le cidre sans précaution on en tire une eau-de-vie empyreumatique de mauvaise qualité. Mais une distillation soignée et dans laquelle on évite de brûler le résidu, fournit une eau-de-vie très-bonne, suivant les expériences du citoyen Darcet. On sait que les pommes douces ne donnent que du cidre plat et très-altérable.

28. Les cerises fournissent aussi, par la fermentation, une espèce de vin d'où l'on extrait, par la distillation, l'espèce d'eau-de-vie connue sous le nom de *kirchenwasser*. Les abricots, les pêches, les prunes, forment aussi des vins qui ne manquent point de qualité lorsqu'ils sont bien préparés. Le suc de figues, étendu d'eau, en donne également un très-fort et très-généreux qu'on ne fabrique point, parce que dans les pays où ce fruit est abondant on a de très-bonnes vignes. Le suc de plusieurs espèces de palmier fermente également et forme une liqueur vineuse très-enivrante dont on use dans l'Orient. Le suc de la canne à sucre, encore impur et délayé dans l'eau, éprouve une grande fermentation, donne un vin trop fort et trop âcre pour être bu dans cet état, mais fournit une eau-de-vie très-forte, qu'on nomme dans nos colonies *rhum*, *taffia* ou *guildive;* le nombre des matières végétales sucrées qui peuvent former du vin est, comme on voit, très-considérable ; et chaque pays peut en fabriquer de différens, suivant l'espèce de plantes que son sol rapporte et nourrit.

29. Les semences des graminées, germées et délayées dans l'eau après la fermentation, donnent plus ou moins facilement et abondamment des liqueurs vineuses. C'est particulièrement l'orge qu'on emploie à cet usage, quoiqu'on puisse y faire servir le froment, le maïs, le seigle. Le riz même

donne en Orient cette espèce de liqueur alcoolique connue sous le nom de *rack*. L'art du brasseur consiste dans les procédés suivans. On fait tremper l'orge pendant trente ou quarante heures dans l'eau pour le ramollir ; on laisse germer cet orge mis en tas ; on le sèche ensuite à la *tourraille* ou fourneau carré terminé par une trémie sur laquelle on étend l'orge germé ; on le crible pour en séparer les germes sortis des grains et qu'on nomme *touraillons ;* on le mond en une farine nommée *malt ;* on délaie cette farine dans la cuve *matière* avec de l'eau chaude, qui dissout le mucilage sucré : on appelle cette dissolution *premier métier ;* on la reverse de nouveau sur le *malt*, après l'avoir fait chauffer, et elle forme le *second métier ;* on la fait cuire ou bouillir quelque temps et on met à fermenter avec du houblon et de la levure dans une cuve nommée *guilloire*. Quand la fermentation est appaisée, on l'agite ou l'on bat la guilloire ; on tire la bière dans des tonneaux : la fermentation secondaire ou suite de la première en soulève une écume nommée *levure*, qui sert à exciter la fermentation de la décoction d'orge dans la cuve guilloire.

B. *De l'analyse du vin.*

30. Quelque différentes que soient les diverses espèces de vins dont je viens de faire mention, elles se ressemblent cependant toutes dans leurs propriétés générales et dans la manière dont elles se comportent à l'analyse à laquelle on les soumet. Ce sont toujours des liqueurs plus ou moins colorées, d'une saveur piquante et chaude, d'une odeur plus ou moins aromatique, qui raniment et fortifient à une petite dose, et qui, à une plus grande, portent dans les idées et dans les mouvemens des animaux cette confusion, cette agitation, cette vacillation qu'on nomme *ivresse*. Toutes contiennent un principe commun et identique auquel sont dus leurs effets semblables.

31. En effet tous les vins donnent également par l'action du feu cette liqueur âcre et inflammable qu'on nomme eau-de-vie, qui n'y diffère que par la proportion, la facilité ou la difficulté de son dégagement, et son odeur particulière servant à faire reconnaître l'espèce de vin qui la fournit. Ils diffèrent ensuite les uns des autres par la proportion de tartre qu'ils contiennent cependant tous, ou dont très-peu au moins sont dépourvus; ils diffèrent encore par la quantité et la nature de la partie extractive et colorante; quelques-uns sont chargés de matière muqueuse plus ou moins abondante : c'est elle qui distingue spécialement le vin de pommes, de poires, de cerises, d'orge, ou les cidres et les bierres.

32. En prenant le véritable vin ou le vin de raisin pour exemple, c'est un composé d'une grande quantité d'eau, de matière volatile et inflammable très-voisine de la nature de l'alcool sans l'être encore, de tartre en quantité diverse, d'une matière extractive colorante oxigénée, et d'une proportion plus ou moins grande d'acides végétaux. Ce composé s'unit en toutes doses à l'eau, quoiqu'il soit souvent plus léger qu'elle et qu'il tende à la surnager. Il s'unit sans décomposition à beaucoup de substances, et notamment à quelques métaux qu'il attaque, et à presque tous les oxides métalliques dont il dissout une partie, comme le prouvent les opérations de pharmacie dans lesquelles on fait le vin antimonié ou *émétique*, et le vin ferrugineux ou *vin chalybé*. Il dissout beaucoup de substances végétales, les mucilages, les extraits, les parties colorantes, et c'est ainsi qu'on fait les vins médicinaux, tels que le scillitique, l'astringent, l'antiscorbutique, le laudanum de Sydenham.

33. Tous les acides avivent la couleur du vin, qui la doit en partie à la présence d'un de ces corps; les alcalis la foncent et la font plus ou moins tourner au violet. On l'unit souvent à l'alun pour le rendre plus durable : on reconnaît la présence de ce sel par l'addition des alcalis, qui

en séparent de l'alumine colorée en violet, une espèce de laque. Souvent aussi on adoucit son aigreur avec de l'alcali ou de la craie. Cette base se retrouve en chaux dans son extrait brûlé. La plus dangereuse combinaison que l'on fait avec le vin pour l'adoucir et lui donner une saveur sucrée, c'est celle des oxides de plomb. Cette liqueur donne la colique des peintres ou de Poitou. On reconnaît surement la présence de ce métal, avec l'eau chargée d'hidrogène sulfuré, que j'ai proposée le premier il y a 15 ans, et qui est bien préférable aux sulfures alcalins dont l'effet est incertain et trompeur, à cause des acides naturels des vins qui les précipitent : tandis que l'hidrogène sulfuré n'est précipité que par les oxides métalliques. On s'assure d'ailleurs de la présence du plomb plus positivement encore par l'extrait du vin qu'on chauffe fortement dans un creuset, et qui donne des globules de ce métal. Lorsqu'il s'agit de juger d'un vin *litharginé*, comme on l'appelle, on ne doit pas se contenter du précipité qu'il forme avec l'eau sulfurée : il faut traiter son résidu par la fusion. La présence du cuivre, dont le vin dissout aussi très-facilement et très-abondamment l'oxide vert, est démontrée par un barreau de fer qui en sépare le cuivre métallique dont ce barreau est bientôt recouvert.

34. La plus fréquente et la plus utile analyse qu'on fait sur le vin consiste à le traiter par l'ébullition dans des vaisseaux distillatoires. Il donne alors un produit liquide connu sous le nom d'*eau-de-vie*. Dans les laboratoires de chimie on le distille dans un alambic de cuivre étamé, auquel on adapte un récipient, et l'on a soin de refroidir le chapiteau en l'entourant continuellement d'eau froide. Dès que le vin bout dans l'alambic, il passe en gouttes non interrompues et très-rapprochées l'une de l'autre un liquide blanc légèrement opaque et laiteux, d'une saveur piquante et chaude, d'une odeur forte et suave, inflammable : c'est l'eau-de-vie. On continue l'opération jusqu'à ce que ce produit cesse d'être

inflammable et piquant, et à l'époque où ce n'est plus que l'eau acidule qui se condense. Si l'on continue l'opération on obtient de l'eau chargée d'un peu d'acide acéteux. Il reste ensuite dans le vase distillatoire une liqueur d'une couleur rouge foncée, qui n'a plus la saveur du vin, qui est au contraire acide et austère, trouble et toute remplie de cristaux de tartre qui s'en séparent. Ce fluide est alors entièrement décomposé; on ne peut plus lui rendre ses premières propriétés; il a une odeur aigre. En l'évaporant davantage on le réduit en un extrait d'un rouge brun, qui est décoloré par l'alcool, et qui laisse beaucoup de tartre après sa décoloration.

35. On fait en grand la distillation du vin pour obtenir l'eau-de-vie dans les pays où cette liqueur, très-abondante, est en même temps très-généreuse ou très-forte, spécialement dans plusieurs départemens méridionaux de la République, sur-tout dans les départemens qui remplacent le ci-devant Languedoc. C'est à Arnaud de Villeneuve, chimiste de ces contrées, qui vivait dans le treizième siècle, que l'on doit cette belle découverte. On distillait ou l'on y brûlait autrefois le vin dans des alambics de cuivre, surmontés d'un long col cylindrique étroit, terminé par une demi-boule creuse où les vapeurs se condensaient; cette espèce de chapiteau portait un bec ou tuyau peu large, qui recevait et faisait couler la liqueur dans un serpentin. Le premier changement qu'on a fait à cet appareil a été la diminution de la longueur du col; ensuite on a élargi les cucurbites, quoiqu'on ait long-temps resserré leur partie supérieure, et continué à la terminer par un col étroit auquel était soudé, par le haut, un chapeau en forme de cône renversé, portant à sa partie supérieure un petit bec conduisant les vapeurs par le serpentin renfermé dans un tonneau. Ces machines avaient un grand nombre de défauts par leur rétrécissement, qui fait retomber beaucoup de vapeur, par la hauteur de la

cucurbite, qui fait brûler le fond du vin, par les fourneaux qui chauffent mal et inégalement, par la forme du chapeau qui repousse la vapeur et refoule celle qui s'élève.

36. Suivant la dernière méthode adoptée par le citoyen Chaptal, qui a établi avec une grande sagacité des manufactures chimiques importantes à Montpellier, on doit employer des chaudières plus larges que hautes; leur fond est bouché en dedans pour porter l'action du feu également dans tous les points de la liqueur; elles ne sont que très-peu rétrécies par le haut et seulement pour recevoir un large chapiteau entouré de son réfrigérant; elles portent une rainure ayant un demi-décimètre de saillie et ses parois inclinées de soixante-quinze degrés, parce que cette inclinaison favorise l'écoulement des gouttes d'eau-de-vie condensée; le bec de ce chapiteau est entouré d'un réfrigérant dont l'eau s'écoule sans cesse et reste toujours froide : à l'aide d'un robinet, on n'a pas besoin de serpentin dans cet appareil; et l'opération donne une eau-de-vie excellente et abondante; on en tire environ d'un cinquième à un quart du poids du vin. Toutes les brûleries de vin modernes sont établies sur les mêmes principes, et donnent aussi un produit plus pur qu'on ne l'obtenait autrefois.

37. L'eau-de-vie, dans le procédé décrit, ne se dégage du vin qu'au moment où celui-ci est bouillant, et qu'à l'époque où il se décompose profondément; il est donc évident qu'elle n'y est pas entièrement formée ou contenue, qu'il faut cette température assez élevée non seulement pour la dégager mais encore pour achever d'en combiner les principes. En effet, du vin traité au bain-marie ne donne qu'une eau peu fragrante et point d'alcool, et c'est ainsi même qu'on distingue du vin naturel et pur d'avec celui qui est formé artificiellement par l'union de l'eau-de-vie et de divers ingrédiens, ou d'avec celui auquel on a ajouté cette liqueur pour lui donner de la force. Ces deux derniers fournissent à la cha-

leur du bain-marie, et sans avoir besoin de bouillir, l'eau-de-vie qui y a été mise toute faite ou ajoutée.

38. C'est sur-tout par la proportion différente de ce produit, nommé spiritueux ou alcolique, que les vins diffèrent le plus entre eux; on en obtient beaucoup plus des vins des départemens méridionaux des ci-devant Languedoc, Guyenne et Roussillon, que de ceux des départemens du centre qui remplacent la Bourgogne et la Champagne. Le vin de canne ou des sucs très-sucrés en fournissent une très-grande abondance, et il est même particulièrement fabriqué pour les rhumeries. On en obtient assez des bons cidres, et même des bières fortes, et si on les distille avec précaution, ces eaux-de-vie sont assez bonnes. Les vins verds et aigres, faits en général avec des raisins qui ne mûrissent pas, ne donnent que de l'eau-de-vie faible, et peu abondante. Les vins mousseux, chargés d'acide carbonique, dont la fermentation a été arrêtée, n'en fournissent point ou presque point. Il y a encore beaucoup d'expériences à faire pour bien connaître au reste les différentes espèces de vin sous le rapport de l'eau-de-vie qu'ils peuvent donner, et beaucoup de tentatives pour en tirer des végétaux fermentiscibles qui n'ont point été essayés, ou qui ne l'ont été qu'imparfaitement.

39. Souvent on ne distille que les lies, formées de tartre et d'extractif déposés et imprégnés de liqueur vineuse, pour en extraire l'eau-de-vie. Souvent encore on ne brûle que les vins déja altérés, qui commencent à se détériorer, à tourner à l'aigre, et qui ne peuvent plus être bus. On se sert aussi des lies pour en obtenir de la potasse : après en avoir retiré l'eau-de-vie par la distillation, on les brûle à l'air libre ou dans des fours; l'acide tartareux se décompose; on pousse la combustion ou l'incinération jusqu'à brûler tout le charbon, et réduire la cendre à l'état de potasse caustique et de carbonate de potasse. Cette sorte d'alcali porte, dans les arts,

le nom de *cendres gravelées*. En les analysant avec soin on y trouve, outre la potasse caustique et le carbonate de potasse, un peu de sulfate de potasse, de sulfate de chaux, d'oxide de fer et de manganèse. Les quatre matières sont toutes contenues dans les vins; mais elles y varient singulièrement en quantité. Il y a des cendres gravelées qui ne contiennent pas d'oxides métalliques, tandis qu'il n'y en a pas qui ne contiennent les deux sulfates indiqués.

40. L'eau-de-vie, qui n'est presque que de l'eau chargée d'alcool, cesse bientôt d'être cette simple combinaison, en raison des procédés qu'on suit pour la conserver. On la met, aussitôt qu'elle est obtenue, dans des barriques de bois de chêne neuf; le liquide agit très-promptement sur le bois, et dissout une matière extractive, colorante et résineuse, qui lui donne une couleur ambrée, une légère saveur et une odeur aromatique, ainsi qu'une sorte de consistance un peu onctueuse ou savonneuse, et la propriété de former une écume persistante à sa surface par l'agitation: c'est ce que dans le commerce on nomme *faire le chapelet*. Cette matière colorante de l'eau-de-vie se fonce avec le temps, et c'est à son intensité ainsi qu'à celle de la qualité onctueuse que prend l'eau-de-vie, qu'on juge son âge. Comme on estime beaucoup l'eau-de-vie vieille, on a trouvé tout simple de lui communiquer promptement les qualités qui la caractérisent alors, en jetant dans cette liqueur, récemment préparée, des copeaux de bois de chêne neuf, auquel elle enlève rapidement cette matière colorante et cet extractif onctueux. C'est également à cette matière étrangère qu'est due la portion d'extrait fauve ou rougeâtre, et d'huile concrète et grasse que Dubuisson a retirée du résidu de l'eau-de-vie distillée en grande quantité.

C. *Usages.*

41. Les usages des vins sont si généralement répandus qu'il

semble presque inutile d'en traiter ici en particulier : aussi n'en dirai-je que peu de chose sous le rapport de boisson. On sait assez que ces liqueurs, devenues pour la plupart des hommes presque un besoin de première nécessité, soutiennent les forces, augmentent le ton des fibres, la mobilité et la contractilité des muscles et la force irritable en général ; mais que l'abus, auquel trop d'hommes sont si disposés, produit de grands maux, en finissant par affaiblir et même détruire entièrement la puissance digestive, ainsi que le ton des organes mobiles ; qu'il donne naissance aux engorgemens lymphatiques, aux obstructions, à l'hydropisie. On connaît sur-tout cet effet si remarquable de l'ivresse, dont on a encore si peu expliqué la cause, et que produisent les liqueurs, quelquefois avec une célérité si extraordinaire. On doit observer sur-tout que cette ivresse du vin n'est pas la même que celle qui est occasionnée par l'opium, par l'ivraie, *lolium temulentum*, par les plantes vireuses en général, le *datura stramonium*, l'*atropa mandragora*, la *jusquiame*, le *conium maculatum*, le *solanum*, etc.

42. Le vin est un excellent remède pour les personnes qui n'en font pas habituellement usage ; c'est un tonique, un stomachique, un corroborant, un cordial très-puissant. On l'emploie souvent comme un véhicule ou comme un excipient, pour la préparation d'un grand nombre de composés pharmaceutiques. On a renoncé depuis long-temps au procédé ridicule de faire fermenter des végétaux médicamenteux avec le suc de raisin, dans l'intention de lui communiquer par l'acte même de la fermentation les propriétés de ces plantes ; on se contente de s'en servir comme dissolvant, et l'on choisit les espèces de vin appropriées à la nature et aux qualités des composés qu'on veut en préparer. Le vin est spécialement et exclusivement destiné à l'extraction de l'eau-de-vie, et celle-ci à la distillation de l'alcool, dont je vais examiner les propriétés.

§. V.

Du produit éloigné de la fermentation vineuse ou de l'alcool.

A. *Des moyens de le préparer ou de l'extraire de l'eau-de-vie.*

43. Je nomme l'alcool produit éloigné de la fermentation vineuse, parce qu'on a vu qu'il n'est pas tout contenu dans le vin, qu'on ne l'en obtient qu'en le décomposant à l'aide de la chaleur de l'ébullition, et qu'il en est véritablement le produit éloigné, ou le résultat d'une dernière analyse. Cette liqueur est une des matières les plus utiles à la société et à la chimie; elle mérite d'être examinée avec soin. Les chimistes, avant la doctrine pneumatique, n'en avaient qu'une connaissance très-imparfaite, et que des idées erronées. Depuis Lavoisier on en a une notion beaucoup plus exacte.

44. L'eau-de-vie que l'on obtient, comme on l'a vu, en distillant le vin à feu nu, est un composé d'alcool, d'eau, et d'une petite portion de matière huileuse et extractive, quand elle a séjourné quelque temps dans des tonneaux. Pour séparer ces substances et obtenir l'alcool pur, on emploie l'action du feu et le procédé de la distillation. Il y a plusieurs procédés pour obtenir l'alcool. Quelques chimistes conseillent de distiller l'eau-de-vie au bain-marie un assez grand nombre de fois, pour en tirer tout ce qu'elle contient de cette matière. Ils recommandent de séparer le premier quart du produit de la première distillation, et de mettre également à part la première moitié du produit des distillations suivantes; de mêler ensemble tous ces premiers produits, et de les rectifier à une chaleur douce. La première moitié de liqueur qui passe dans cette rectification est l'alcool le plus pur et le plus pénétrant; le reste est un alcool moins actif, mais encore très-bon pour les usages ordinaires.

45. Rouelle prescrivait de retirer, par la distillation au bain-marie, la moitié de l'eau-de-vie employée. Ce premier produit est de l'alcool commun ; en le rectifiant deux fois de suite, et en ne recueillant qu'environ les deux tiers de ce premier produit, on obtient de l'alcool plus fort, que l'on distille de nouveau avec de l'eau, d'après le procédé de Kunckel ; l'eau sépare l'alcool de l'huile qui l'altérait ; on rectifie cet alcool déja distillé avec l'eau, et on est sûr alors de l'avoir parfaitement pur et aussi rectifié qu'il est possible. Le résidu de l'eau-de-vie distillée n'est qu'une eau chargée de matière extractive, et d'une résine colorante, ainsi que recouverte d'une espèce d'huile concrescible dont j'ai déja parlé.

46. On conçoit aisément que ce fluide, d'après les différens procédés que l'on emploie pour le préparer, peut avoir différens degrés de force et de pureté. On a cherché depuis long-temps des moyens de reconnaître sa pureté. On a cru d'abord que l'alcool, qui s'enflamme facilement et qui ne laisse aucun résidu, était très-pur ; mais on sait aujourd'hui que la chaleur, excitée par sa combustion, est assez forte pour dissiper toute l'eau qu'il pourrait contenir. On a long-temps employé la preuve de la poudre. Lorsque l'alcool allumé dans une cuiller sur de la poudre à canon ne l'enflammait pas, il était regardé comme mauvais ; si, au contraire, il y mettait le feu, on le jugeait très-bon. Mais cette épreuve est fautive et trompeuse ; car en mettant beaucoup du meilleur alcool sur peu de poudre, l'eau qu'il fournissait dans sa combustion humectait la poudre, et elle ne s'allumait point : tandis qu'on pourrait l'enflammer en faisant brûler à sa surface une très-petite quantité d'alcool chargé d'eau. Ce moyen n'était donc pas plus sûr que le premier.

47. Boerhaave a donné un très-bon procédé pour connaître la pureté de ce fluide à l'aide de l'alcali fixe. En appropriant son moyen à l'état actuel de la science, il consiste à jeter dans l'alcool du carbonate de potasse bien sec et en poudre.

Ce sel s'unit à l'eau surabondante de l'alcool, et il forme, en s'y dissolvant, un fluide plus pesant et plus coloré que l'alcool, qui ne se mêle point avec ce dernier et qui le surnage. On verra que, dans le vrai procédé de Boerhaave, l'alcool pur dissolvait une partie de potasse pure existant dans l'alcali fixe ordinaire.

48. Plusieurs physiciens fondés sur ce que l'alcool est d'autant au-dessus de la légéreté de l'eau, qu'il est plus pur, ont imaginé des instrumens nommés *pèse-liqueurs* ou *aéromètres*, à l'aide desquels on détermine d'une manière assez exacte le degré de pureté ou de légéreté de ces fluides et de toutes les liqueurs volatiles. Ces instrumens, plongés dans l'alcool, s'y enfoncent d'autant plus que ce liquide est plus rectifié ; ils doivent être construits de manière à indiquer en même temps les températures de la liqueur, sans quoi ils donnent des idées fausses de la pesanteur de l'alcool. C'est ce qui fait que l'aéromètre de Baumé est défectueux et infidèle ; celui de Borie est plus avantageux, parce qu'il indique la température, aussi est-il aujourd'hui préféré dans le commerce des eaux-de-vie et des liqueurs alcooliques.

B. *Des propriétés physiques de l'alcool.*

49. L'alcool bien préparé et bien rectifié est un liquide transparent, très-mobile, d'une odeur vive, pénétrante et agréable, d'une saveur chaude, piquante, stimulante et âcre, qui semble même brûler le palais et la gorge. Il a, dans un degré beaucoup plus énergique que le vin, la propriété d'enivrer les animaux. On ne connaît pas la cause de cette propriété bien remarquable.

50. Ce n'est point assez de savoir que l'alcool est plus léger que l'eau, il faut encore connaître exactement le rapport de cette pesanteur. Dans l'alcool le plus rectifié, elle est à celle de l'eau :: 8.293 : 10.000. Dans celui du commerce, elle est

:: 8.371 : 10.000. Dans l'ouvrage du citoyen Brisson sur la pesanteur spécifique, il y a quinze pesanteurs diverses exprimées d'après les proportions réciproques d'alcool et d'eau depuis 1 jusqu'à 15 ; elles sont présentées dans l'ordre suivant, l'eau pure ou distillée étant supposée 10.000.

Alcool.	Eau.	Pesanteur.
Parties.	Parties.	
15	. . . 1	. . . 8.527
14	. . . 2	. . . 8.674
13	. . . 3	. . . 8.815
12	. . . 4	. . . 8.974
11	. . . 5	. . . 9.075
10	. . . 6	. . . 9.199
9	. . . 7	. . . 9.317
8	. . . 8	. . . 9.427
7	. . . 9	. . . 9.519
6	. . . 10	. . . 9.598
5	. . . 11	. . . 9.674
4	. . . 12	. . . 9.733
3	. . . 13	. . . 9.791
2	. . . 14	. . . 9.852
1	. . . 15	. . . 9.919

51. L'alcool est une des matières les plus volatiles qu'on possède en chimie, et cette propriété est d'accord avec sa légéreté singulière. Il s'évapore promptement à l'air, qui réunit, à la vérité, sa propriété dissolvante à l'expansibilité de ce liquide. Lorsqu'on le chauffe même légèrement dans des vaisseaux fermés, il s'élève et passe sans altération dans les récipiens : c'est par ce moyen qu'on le rectifie et qu'on le sépare du peu d'eau qu'il

pourrait contenir. Aussi les premières portions de ce liquide distillé sont-elles les plus suaves, les plus aromatiques et les plus pures. On croyait autrefois que, dans la distillation de l'alcool, il se dégageait toujours une grande quantité d'air : on sait aujourd'hui que c'est la partie la plus volatile qui se sépare de l'eau, et qui passe dans l'état de gaz. Il bout à soixante-quatre degrés, il est en violente ébullition à soixante-huit de la graduation de Réaumur. Quand on le tient plongé dans un vase fermé au milieu de l'eau chaude à soixante-douze degrés, il prend la forme gazeuse et la conserve tant que la température reste à cette élévation.

52. Il est beaucoup meilleur conducteur du calorique que l'eau, il est bien plus dilatable qu'elle ; c'est pour cela qu'on l'emploie à la construction des thermomètres : il est aussi très-bon conducteur de l'électricité.

C. *Des propriétés chimiques de l'alcool comme dissolvant et non décomposé.*

53. Dans l'exposé des nombreuses propriétés chimiques dont jouit l'alcool, j'ai trouvé utile de distinguer celles qu'il offre dans l'intégrité de sa composition, ou les combinaisons dans lesquelles il entre tout entier souvent comme dissolvant quelquefois comme dissous, de celles ou des circonstances dans lesquelles il est plus ou moins altéré, décomposé. Peut-être même cette méthode pourrait-elle être adoptée dans l'histoire de tous les corps composés. Aux premières propriétés appartiennent les unions de ce liquide inflammable avec l'air, le soufre, le phosphore, l'eau, quelques acides, les alcalis, un assez grand nombre de sels et plusieurs substances métalliques. Je traiterai ici de chacune d'elles dans des numéros séparés.

54. L'alcool exposé à l'air s'évapore et s'y dissout à une température de dix degrés + 0 ; il ne laisse aucun résidu quand il est très-rectifié, et seulement quelques portions d'eau quand

il l'est moins ; plus la température de l'air est élevée, et plus il s'y dissout abondamment ou promptement ; à mesure que cette dissolution s'opère, il s'excite du froid sur les surfaces des vases d'où l'alcool s'échappe. On s'en aperçoit très-sensiblement en trempant les doigts dans ce liquide, et en les agitant ensuite dans l'air : on ne sait pas s'il a plus d'attraction pour le gaz oxigène que pour le gaz azote.

55. L'alcool n'a aucune action sur le soufre solide ou en poussière, ni à la simple température commune, ni par celle qui le fait bouillir. Mais quand les deux corps se rencontrent en vapeur, ils se combinent bien l'un avec l'autre ; il en résulte un alcool sulfuré fétide, qui dépose un peu de soufre blanc et se trouble en refroidissant, qui se précipite par l'eau, et où l'on trouve environ un soixantième de soufre ; il dissout mieux le gaz hidrogène sulfuré, qui lui donne un peu de couleur, et qui se décompose dans cette combinaison par le contact du gaz oxigène et de tous les corps oxigénés, encore plus vîte que lorsqu'il est seul et dans l'état de gaz. L'alcool enlève l'hidrogène sulfuré aux eaux qui le contiennent à l'aide de la distillation.

56. L'alcool dissout aussi un peu de phosphore par la chaleur. Cette dissolution fétide se précipite par le contact de l'eau ; elle est très-lumineuse quand on l'agite dans l'obscurité. Au moment où on la verse dans l'eau pendant la nuit, elle laisse exhaler de sa surface de brillantes aigrettes lumineuses, et il s'en précipite un oxide de phosphore en poudre blanche. L'alcool paraît aussi susceptible de dissoudre le gaz hidrogène phosphoré.

57. L'alcool s'unit à l'eau en toutes proportions, et il y est parfaitement dissoluble. Cette dissolution se fait avec chaleur et elle forme des espèces d'eaux-de-vie factices d'autant plus fortes que l'alcool y est en plus grande quantité. L'affinité de combinaison entre ces deux fluides est si grande, que l'eau est capable de séparer de l'alcool plusieurs corps qui lui sont

unis, et que réciproquement l'alcool décompose la plupart des dissolutions salines et en précipite les sels. C'est d'après cette dernière propriété que Boulduc avoit proposé de se servir d'acool pour précipiter les sels contenus dans les eaux minérales, et pour les obtenir sans altération. On s'en sert dans une foule de circonstances. Comme l'union de l'alcool et de l'eau se fait avec dégagement de calorique, cette combinaison est plus dense que la proportion des deux liquides ne l'indique par le calcul de leur pesanteur spécifique. On sépare facilement l'alcool de l'eau par la distillation ; il passe le premier en vapeur, et c'est même, comme je l'ai dit plus haut, un bon moyen de le séparer complétement de l'huile qui lui est unie dans son état d'eau-de-vie.

58. Il n'y a que les acides faibles que l'alcool est susceptible de dissoudre sans éprouver d'altération : c'est ainsi qu'il dissout, à l'aide de la chaleur, l'acide boracique, qui lui donne la propriété de brûler avec une flamme verte. Il dissout aussi le gaz acide carbonique, qu'il condense et liquéfie plus qu'à la proportion d'un volume égal au sien. Il précipite au contraire de l'eau l'acide phosphorique concentré sous forme muqueuse ou presque concrète, ainsi que ceux des acides métalliques qui sont dissolubles dans le liquide aqueux.

59. On ne connaît pas de bases terreuses qui soient dissolubles dans l'alcool, mais les alcalis s'y combinent très-bien. La potasse et la soude pures ou caustiques s'unissent directement à l'alcool, comme le prouve la préparation connue depuis long-temps en pharmacie sous le nom de *teinture âcre de tartre*. Pour préparer ce médicament, on faisait fondre de la potasse dans un creuset, on la pulvérisait toute chaude, on la mettait dans un matras ; on versait de l'alcool très-rectifié trois ou quatre travers de doigt au-dessus de l'alcali ; on bouchait le matras avec un autre plus petit ; on les luttait ensemble, et on faisait digérer le tout au bain de sable, jusqu'à ce que l'alcool eût acquis une couleur rougeâtre. Il restait plus

ou moins d'alcali au fond du vaisseau. Tout ce qui était carbonate de potasse ne s'y dissolvait pas.

Le trop fameux *lilium* de Paracelse ne différait de la teinture âcre du tartre que parce que l'alcali fixe qu'on employait pour le préparer était mis dans l'état de causticité par la chaleur forte qu'on lui faisait subir. On faisait fondre ensemble parties égales de trois alliages nommés alors régules d'antimoine martial, jovial et de Vénus; on les réduisait en poudre, on les faisait détoner avec une fois et demie leur poids de nitre et autant de tartre; on poussait à la fonte, on pulvérisait ce mélange, on le mettait dans un matras, et on versait par-dessus de l'alcool bien sec, jusqu'à ce qu'il surnageât de trois ou quatre travers de doigt. Ce mélange, mis en digestion sur un bain de sable, prenait une belle couleur rouge, plus foncée que celle de la *teinture âcre de tartre*, et elle présentait tous les mêmes phénomènes; on pouvait faire cette dernière, entièrement semblable au *lilium* de Paracelse, en faisant digérer l'alcool sur l'alcali fixe caustique, au lieu de se servir de sel fixe de tartre, que l'action du feu ne privait pas entièrement d'acide carbonique, à moins qu'on ne le tînt rouge pendant long-temps.

Le citoyen Berthollet s'est assuré que ces teintures ne sont que des dissolutions de potasse caustique dans l'alcool, et qu'elles fournissent un moyen utile d'obtenir cet alcali très-pur, en le séparant par l'évaporation.

L'alcool a la même action sur la soude. Par cette dissolution, non seulement on obtient des alcalis fixes très-caustiques, très-purs, séparés de la silice, de l'alumine, et des sels neutres qui y sont si souvent unis après leur traitement par la chaux, en évaporant rapidement leur dissolution alcoolique dans un vaisseau d'argent; mais encore en exposant à l'air et au refroidissement lent leur dissolution saturée, elle donne des cristaux de potasse et de soude en belles lames blanches ou en prismes réguliers, groupés les uns avec les

autres. C'est le procédé qu'on emploie pour obtenir ces bases, et le seul qui les donne dans l'état cristallin.

L'ammoniaque s'unit avec chaleur à l'alcool; on l'en sépare, à l'aide de l'action du feu, parce que l'ammoniaque forme un gaz permanent; mais il retient en dissolution gazeuse un peu d'alcool, qui modifie son odeur et ses propriétés.

60. L'alcool dissout plusieurs substances salines. Macquer a déterminé, le premier, que les sulfates ne s'y dissolvaient que difficilement, que les nitrates et les muriates s'y unissaient beaucoup mieux, et qu'en général l'alcool dissolvait d'autant plus les substances salines que leur acide y était moins adhérent.

L'alcool bouilli sur les sulfates de potasse et de soude n'en a rien dissous. Les carbonates de potasse et de soude ne s'y unissent point; ces sels, non dissolubles dans l'alcool, sont même précipités de l'eau par le réactif. La plupart des sels ammoniacaux se combinent à l'alcool. Ce sont sur-tout les sels terreux déliquescens, tels que les nitrates et les muriates calcaires et magnésiens qui s'y dissolvent abondamment. Bergman a même conseillé de s'en servir pour séparer les sels déliquescens d'avec les autres par une première lessive alcoolique, appliquée aux résidus d'eau minérale; on peut employer ce procédé pour faire cristalliser quelques sels très-difficiles à obtenir sous leur forme régulière.

Un grand nombre de sels métalliques sont aussi très-solubles dans l'alcool: tels sont sur-tout le sulfate de fer suroxigéné rouge ou à l'état d'*eau-mère*, le nitrate de cuivre, les muriates de fer et de cuivre, le muriate suroxigéné de mercure ou *sublimé corrosif;* tous les sels cuivreux donnent une une très-belle couleur verte à sa flamme. Depuis Macquer, le citoyen Guyton a donné, dans le Journal de physique, une table plus complète des degrés de solubilité des sels par l'alcool.

61. L'alcool n'a aucune action sur les matières métalliques,

ni sur leurs oxides, au moins sans être décomposé: on trouvera plus bas qu'il l'est souvent par les dissolutions des métaux dans les acides; mais ce genre d'action est étranger à cette partie de son histoire, et sera retracé dans celle où il doit être question de sa décomposition.

62. Il est peu de matières végétales sur lesquelles l'alcool ne puisse exercer une action plus ou moins marquée, mais elle est plus ou moins prononcée suivant la nature diverse des matériaux immédiats des plantes.

Margraff a extrait, par l'alcool, une matière sucrée de la betterave, du chervis, du panais, etc. Depuis, on en a retiré par le même procédé des tiges de maïs et d'un grand nombre de fruits.

L'extractif s'y dissout très-bien en général, et d'autant mieux qu'il est plus oxigéné. Il donne constamment à l'alcool une couleur jaune fauve ou rougeâtre.

Les substances végétales qui s'unissent le mieux à l'alcool sont les huiles volatiles, le camphre, les résines, les baumes, et plusieurs matières colorantes.

63. On donne le nom impropre d'eau distillée, spiritueuse, à l'alcool, chargé par la distillation d'un peu d'huile volatile des végétaux odorans; on a cru qu'il s'unissait, par cette opération, à un principe particulier de l'odeur qu'on nommait *esprit recteur* ou *arome*: je vais prouver que c'est une petite quantité d'huile qu'il emporte avec lui.

Pour obtenir ces fluides nommés *esprits odorans* ou *eaux distillées spiritueuses*, on distille au bain-marie l'alcool avec des plantes odorantes, ou avec leurs parties, hachées ou broyées. Ce liquide s'empare d'une portion de leur huile volatile, et se volatilise avec elle: aussi a-t-il la propriété de se précipiter et de blanchir avec l'eau distillée; on en sépare une partie de cette huile qui le rend âcre en même temps que très-odorant en le rectifiant au bain-marie, à une chaleur très-douce, et en ayant soin de ne retirer que les trois quarts de

l'alcool qu'on a employé, afin d'être sûr de ne volatiliser avec lui que la petite quantité d'huile qui suffit pour lui donner de l'odeur. Le peu qu'il en contient par là est dissoluble dans l'eau que l'on ajoute, de sorte qu'alors il n'y a plus de précipitation par l'addition de ce liquide. Ces alcools odorans acquièrent une odeur plus agréable à mesure qu'ils vieillissent, et il paraît que le principe huileux et odorant se combine de plus en plus intimement avec l'alcool. L'huile volatile a tant d'attraction pour l'alcool que ce dernier est capable de l'enlever à l'eau. En effet, en distillant de l'alcool sur de l'eau chargée de l'odeur d'une plante, l'alcool lui enlève son odeur et la laisse entièrement inodore. Ce qui prouve cette théorie simple, c'est qu'on fait les eaux *spiritueuses de senteur* en dissolvant quelques gouttes d'huile volatile dans l'alcool, et c'est ainsi qu'on opère dans les parfumeries, comme dans les laboratoires où l'on prépare les liqueurs de table.

64. On peut charger l'alcool d'une beaucoup plus grande quantité d'huile volatile que par la distillation : alors, outre l'odeur, il prend une saveur âcre et brûlante ; l'eau qu'on y verse en précipite abondamment l'huile sous la forme de globules blancs et opaques ; mais il reste, après cette précipitation, la portion que l'eau peut dissoudre, de manière que la liqueur retient toujours une odeur plus ou moins forte. En général la petite quantité d'huile volatile qui suffit pour rendre l'alcool odorant y adhère avec une grande force, et on ne peut plus l'en priver par aucun procédé connu.

65. L'alcool dissout facilement le camphre à froid ; mais il le dissout en plus grande quantité lorsqu'il est aidé de la chaleur. Cette dissolution, bien chargée, comme d'un quart de son poids de camphre, mêlée avec de l'eau qu'on y ajoute peu à peu et par gouttes, fournit une végétation cristalline, observée par Romieu ; c'est un filet perpendiculaire sur lequel sont implantées des aiguilles qui s'élèvent contre le filet, sous un angle de soixante degrés. Cette expérience ne réussit que rare-

ment, et elle demande beaucoup de tâtonnemens pour la quantité d'eau, le refroidissement qui lui est nécessaire, etc. L'alcool camphré, uni à une grande quantité d'eau, laisse précipiter le camphre en flocons blancs concrets, très-purs et sans altération.

66. Toutes les résines sont dissolubles par l'alcool, mais beaucoup moins facilement et abondamment que les huiles volatiles. Ces dissolutions résineuses sont épaisses, plus ou moins colorées en jaune, en rouge ou en brun. L'eau les décompose sur-le-champ, et en précipite les résines en globules fins, blancs, opaques ou légèrement colorés.

Les baumes se dissolvent comme les résines dans l'alcool; quand on les en précipite par l'eau, leur acide benzoïque reste en dissolution, et leur partie résineuse seule se dépose.

Les gommes-résines ne sont qu'en partie dissolubles dans l'alcool; et en leur appliquant successivement ce liquide et l'eau, les chimistes en ont fait l'analyse.

Plusieurs parties colorantes, non seulement résineuses comme on l'a cru long-temps, mais encore extractives oxigénées, s'unissent à l'alcool et le colorent plus ou moins fortement : on peut aussi les en séparer par l'eau, mais souvent elles restent unies au moins en partie au mélange de ces deux liquides.

67. On a donné le nom de *teintures*, d'*élixirs*, de *baumes*, de *quintessences*, etc. aux composés de sucs huileux ou résineux et d'alcool, quand celui-ci est assez chargé de ces substances pour avoir beaucoup de couleur et pour précipiter abondamment par l'eau. Ces préparations pharmaceutiques sont, comme les alcools odorans aromatiques, ou simples lorsqu'elles ne contiennent qu'une matière en dissolution, ou composées lorsqu'elles en contiennent plusieurs à la fois. Ces médicamens sont préparés, en général, en exposant le suc en poudre, ou la plante sèche dont on veut dissoudre l'huile volatile, la résine, le baume ou l'extrait colorant, à l'action de l'alcool, que

l'on aide par l'agitation et par la chaleur douce du soleil ou d'un bain de sable. Lorsque l'on veut retirer les résines de plusieurs plantes ou substances végétales quelconques à la fois, on a soin de faire digérer d'abord la matière qui est la moins attaquable par l'alcool, et d'exposer successivement à son action les substances qui y sont le plus dissolubles. Lorsque ce dissolvant est autant chargé qu'il peut l'être, on le filtre à travers un papier fin; quelquefois on fait sur-le-champ une teinture composée, en mêlant plusieurs teintures simples: telle est la manière de préparer l'*élixir de propriétés*, en unissant les teintures de myrrhe, de safran et d'aloès. On peut séparer les résines et les baumes de l'alcool en versant de l'eau sur les teintures, ou en les distillant; mais, dans ces deux cas, l'alcool retient une partie d'huile volatile qu'on a nommée principe odorant de ces substances. L'eau n'est pas capable de décomposer les teintures formées avec ce qu'on nommait les extracto-résineux ou les résino-extractifs, c'est-à-dire, les extractifs très-oxigénés, comme on en trouve dans la rhubarbe, le safran, l'opium, la gomme ammoniaque, etc., parce que ces matières sont également dissolubles dans ces deux liquides.

D. *Des propriétés chimiques que l'alcool présente en se décomposant.*

68. Dans un grand nombre d'opérations chimiques que l'on fait avec l'alcool, il se comporte tout autrement qu'on vient de le dire; il n'entre point tout entier dans des combinaisons: au contraire, il se décompose ou se modifie plus ou moins profondément jusqu'à se réduire à ses élémens constituans séparés les uns des autres: c'est de celle-ci qu'il va être actuellement question. Je rapporte les propriétés chimiques qui entraînent plus ou moins de décomposition dans l'alcool, à son traitement par une haute température, à son inflam-

mation, à son altération par les alcalis, par les acides, par les oxides ou par les dissolutions métalliques : l'examen des phénomènes qu'il présente dans chacune de ces circonstances, est une des parties les plus importantes de la chimie moderne.

69. Quand on fait passer l'alcool à travers un tube de porcelaine rougi au feu, il est décomposé ; on obtient de l'eau à l'extrémité, et le ballon qui reçoit sa vapeur a une odeur de brûlé ou d'empyreume ; il se dégage encore une certaine quantité de gaz hidrogène carboné et de gaz acide carbonique. Quelques chimistes assurent que dans cette opération on obtient un produit éthéré, et souvent en effet on a au moins une odeur fragrante analogue à celle de l'éther. Il se dépose aussi constamment sur les parois du ballon de petits cristaux blancs et brillans, qui ressemblent à de l'acide benzoïque, mais qui ont été reconnus par le citoyen Vauquelin pour une espèce d'huile volatile concrète. Le tube de porcelaine, cassé après l'opération, présente une suie noire très-fine sur ses parois. Cette opération, très-remarquable, n'a point encore été faite avec assez de soin pour qu'on puisse en décrire avec exactitude toutes les circonstances et en déterminer la cause avec précision. Tout ce qu'on voit positivement, c'est que l'alcool est décomposé, qu'il se forme de l'eau et un peu d'acide carbonique, qu'il se sépare du gaz hidrogène carboné, qu'il se dépose du carbone. En recherchant avec exactitude la nature et la proportion de ces produits de l'incandescence de l'alcool, on obtiendra un résultat utile pour déterminer le nombre et la quantité relative de ses principes primitifs.

70. L'alcool est depuis long-temps reconnu pour une substance très-inflammable : chauffé avec le contact de l'air, et sur-tout mis en contact avec un corps en combustion sans être chauffé lui-même ; frappé par une forte étincelle électrique, il s'allume et brûle avec une flamme très-étendue, très-légère, blanche dans son milieu, bleue sur ses bords,

avec une chaleur assez forte et sans laisser aucun résidu. Depuis long-temps les chimistes ont remarqué qu'il ne donnait dans sa combustion aucune suie ni aucune fumée. Boerhaave, en présentant à sa flamme un vase de porcelaine froid, avait recueilli de l'eau pure, sans saveur ni odeur, et en tout semblable à de l'eau distillée; il avait même conclu de ce phénomène, que la flamme était due à de l'eau en vapeur.

Lavoisier, en brûlant de l'alcool dans une lampe placée sous une cloche remplie d'air atmosphérique et communiquant à une autre cloche remplie de gaz oxigène, de manière que celle-ci fournissait à la première l'oxigène nécessaire à la combustion, a obtenu de seize parties d'alcool ainsi brûlé dix-huit parties d'eau et de l'acide carbonique. Le citoyen Berthollet a aussi remarqué que quand on brûlait de l'alcool mêlé d'eau, la portion de cette dernière qui restait après la combustion précipitait l'eau de chaux; et comme on ne trouve point ici d'autres résultats de cette combustion que de l'eau et de l'acide carbonique, on en conclut que l'alcool est formé d'hidrogène, de carbone et d'une certaine proportion d'oxigène. On juge la présence et la quantité de ce dernier principe par la portion d'oxigène qu'il est nécessaire d'employer pour favoriser la combustion de l'alcool, comparée à celle de l'eau obtenue. Lavoisier a conclu de ses expériences, que l'alcool était une espèce d'oxide où l'hidrogène était plus abondant que dans le sucre d'où il provenait. Il n'est cependant pas parvenu à en déterminer exactement les proportions, puisque dans son tableau sur les produits de la fermentation vineuse, il admet plus de la moitié de l'alcool en eau toute formée dans cette liqueur, et ne s'explique pas clairement sur l'état réciproque des divers principes qui le constituent. Quoiqu'inexacte encore, cette analyse par la combustion suffit cependant pour prouver que les anciennes idées sur la nature de l'alcool sont fausses, et qu'il faut en revenir à celle que j'ai déja donnée par rapport à son état d'oxide. Ce n'est donc pas une union

d'une huile très-ténue, d'un acide et de l'eau, une sorte de savon acidé, comme Stahl et Boerhaave l'avaient pensé, ni, suivant l'opinion de Carthenser et de Macquer, une pure ou simple combinaison d'eau et de *phlogistique* ou d'hidrogène ; car le *phlogistique* de Stahl a été converti en hidrogène par la plupart des chimistes modernes, qui continuent d'adopter son existence.

71. Quoique j'aie indiqué les alcalis purs comme simplement dissolubles dans l'alcool, cette dissolution simple et sans altération n'a lieu qu'à froid ou à une douce température ; mais lorsqu'on chauffe fortement cette dissolution dans une cornue avec un appareil convenable, on obtient des produits qui annoncent la décomposition de cette substance inflammable : il passe d'abord un alcool d'une odeur suave et aromatique, une sorte d'huile, beaucoup de gaz hidrogène, et la potasse qui reste est chargée de charbon. Quelques chimistes ont assuré qu'il se dégageait de l'ammoniaque dans cette opération, et ils y ont vu, comme dans la distillation du savon faite à la même température élevée, une preuve de la présence de l'azote dans la potasse. D'autres croient que ce n'est qu'un peu de potasse élevée avec les produits volatils, qui a fait prendre le change sur cette expérience. Il en résulte que cette opération n'est pas encore bien connue, et que si elle prouve en général la décomposition de l'alcool, elle ne peut encore servir ni à la détermination de ses principes, ni à plus forte raison à celle de la potasse.

72. Tous les acides puissans agissent sur l'alcool d'une manière plus ou moins forte, et en opèrent la décomposition avec des phénomènes différens, suivant leur énergie, leur quantité et la température à laquelle on expose leur mélange. Celui de tous dont il est le plus important de bien connaître et de bien déterminer l'action parce qu'elle servira à expliquer celle de tous les autres, c'est l'acide sulfurique concentré.

Lorsqu'on verse cet acide sur l'alcool, il va d'abord au fond ; en agitant, il s'y mêle, en produisant de la chaleur, un sifflement dû au dégagement d'une portion d'alcool déjà altéré et aromatique en vapeur ; le mélange se colore en brun, et laissé dans cet état il forme ce qu'on nommait autrefois *acide sulfurique dulcifié* ou *eau de Rabel*, lorsqu'on y avait ajouté un quart d'acide.

En plaçant la cornue où l'on fait ordinairement le mélange sur un bain de sable échauffé, et en adaptant deux ballons, dont le premier plonge dans une terrine remplie d'eau froide ou de glace, on obtient de suite :

a. Un alcool d'une odeur suave ;

b. Un liquide nommé *éther*, d'une odeur vive, d'une volatilité extrême, et dont la présence est annoncée par l'ébullition de la liqueur contenue dans la cornue, et par les grosses stries qui sillonnent la voûte de ce vaisseau. On a soin de rafraîchir le ballon qui le reçoit avec des linges mouillés ;

c. Après l'éther, il passe de l'acide sulfureux, dont la couleur blanche et l'odeur avertissent qu'on doit déluter le ballon pour avoir l'éther séparé ;

d. Il se volatilise en même temps une huile légère, jaunâtre, qu'on appelle *huile douce du vin*. On doit modérer beaucoup le feu après que l'éther est passé, parce que la matière contenue dans la cornue est noire, épaisse, et se boursoufle considérablement.

e. Lorsque l'huile douce est toute distillée, il passe encore de l'acide sulfureux qui devient de plus en plus épais, et n'est plus à la fin que de l'acide sulfurique noir et sale.

f. Il est accompagné d'un gaz hidrogène carboné, odorant et de gaz acide carbonique.

g. Il faut observer que jusqu'à ce qu'il passe de l'acide sulfurique concentré, il s'élève constamment de l'eau en même temps que tous les autres produits.

h. En continuant cette opération par un feu doux, on par-

vient à dessécher entièrement le résidu, et à lui donner la forme et la consistance d'un bitume. On en retire une liqueur acide et une substance sèche et jaunâtre comme du soufre, en exposant ce bitume à un feu très-fort. Le citoyen Baumé, qui a fait une grande suite d'expériences sur l'éther sulfurique, long-temps avant la création de la doctrine pneumatique, a examiné ce résidu avec beaucoup de soin; il y a trouvé du sulfate de fer, du bleu de Prusse, une substance saline et une terre particulière dont il n'a point déterminé la nature; il assure même que le sublimé jaunâtre qu'il fournit n'est point du soufre, et qu'il reste blanc et pulvérulent sans s'enflammer sur les charbons. J'ajouterai à ces détails que le résidu de l'éther recueilli après la distillation de ce produit, peut refournir de nouvel éther en y ajoutant, suivant le procédé du citoyen Cadet, un tiers d'alcool déphlegmé par la potasse, et en distillant ce mélange. On peut réitérer plusieurs fois ces distillations, et retirer ainsi d'un mélange de six parties d'acide sulfurique et d'alcool, auquel on ajoute successivement quinze parties de ce dernier fluide, plus de dix parties de très-bon éther.

73. L'opération que je viens de décrire est une des plus singulières que la chimie fournisse, par les phénomènes qu'elle présente, et en même temps une des plus importantes, par les lumières qu'elle peut répandre sur la composition de l'alcool. On a donné sur la formation de l'éther plusieurs opinions qu'il est nécessaire de faire connaître pour concevoir comment nous sommes arrivés, le citoyen Vauquelin et moi, à découvrir la véritable cause de l'éthérification. Macquer, qui regardait l'alcool comme un composé d'eau et de *phlogistique*, pensait que l'acide sulfurique enlevait l'eau de cette substance, et la rapprochait de plus en plus des caractères de l'huile. Ainsi, suivant cette opinion, il passait d'abord de l'alcool peu altéré; ensuite un fluide qui tenait le milieu entre l'alcool et l'huile, c'était l'éther; et enfin une véritable huile,

parce que l'acide sulfurique était censé agir avec d'autant plus d'énergie sur les principes de l'alcool, que la chaleur employée pour obtenir l'éther était plus forte. Bucquet, frappé d'une objection qu'il avait faite à cette théorie, sur ce qu'il était difficile de concevoir comment l'acide sulfurique, chargé dès le commencement de son action sur l'alcool d'une certaine quantité d'eau qu'il avait enlevée à ce fluide, pouvait, quoique phlegmatique, réagir assez sur une autre portion du même alcool pour le mettre dans l'état huileux, a proposé une autre opinion sur la production de l'éther. Il regardait, avec Stahl et Boerhaave, l'alcool comme un fluide composé d'huile, d'acide et d'eau; il pensait que lorsqu'on mêlait l'acide sulfurique à l'alcool, il résultait de ce mélange une sorte de fluide bitumineux, qui fournissait par la chaleur les mêmes principes que tous les bitumes, c'est-à-dire, une huile légère, très-odorante, très-combustible, une espèce de naphte, qui était l'éther, lequel a long-temps porté le nom de *naphte* parmi les chimistes allemands sur-tout, et ensuite une huile moins volatile et plus colorée que la première, qui était l'huile douce du vin. On verra en effet par les propriétés de l'éther qui vont être exposées, que ce fluide a tous les caractères d'une huile très-ténue et telle que le naphte : mais cette théorie, qui suppose l'alcool formé d'huile d'acide et d'eau, ne peut plus servir aujourd'hui, quoiqu'ingénieuse dans le temps auquel elle a été proposée à l'explication du mécanisme de la formation de l'éther.

74. Les chimistes modernes, depuis la fondation de la doctrine pneumatique, n'ont encore eu que des idées trop vagues sur l'éthérification. J'avais énoncé d'après eux, dans mes précédens ouvrages, qu'il paraissait que l'oxigène était enlevé à l'acide sulfurique par l'alcool, qu'une partie de l'hidrogène de celui-ci formait de l'eau avec l'oxigène de l'acide, et que l'alcool privé de cette portion d'hidrogène formait de l'éther; mais j'avais ajouté que ce qui se passait dans cette opération

n'était pas exactement connu ; et en effet, en m'occupant spécialement de cet objet avec le citoyen Vauquelin, nous sommes arrivés à d'autres résultats. Voici le précis de notre travail sur cet objet.

75. Après avoir prouvé préliminairement, comme je l'ai fait voir ailleurs, que l'acide sulfurique concentré agit spontanément sur les substances végétales en les changeant en eau et en acide acéteux aux dépens de leurs propres composés, et en ne portant de sa part que sa grande tendance pour se saturer d'eau, nous avons examiné les phénomènes qui se passent dans l'union de cet acide avec l'alcool ; et voici ceux qui ont servi de base à nos raisonnemens :

A. Parties égales d'acide sulfurique concentré et d'alcool très-rectifié, mêlées ensemble, dégagent une masse de calorique capable d'élever la température du mélange à 70 degrés ; il se forme des bulles de gaz ; la liqueur se trouble, devient opaline, et prend au bout de quelques jours une couleur rouge foncée.

B. Une combinaison de deux parties d'acide sulfurique et d'une partie d'alcool élève la température du mélange à 75 degrés, devient rouge foncée sur-le-champ, passe au noir quelques jours après, et répand une odeur sensiblement éthérée.

C. Si l'on observe avec soin tout ce qui se passe dans la combinaison de parties égales d'acide sulfurique et d'alcool, exposée à l'action du calorique dans un appareil convenable, tel qu'on l'emploie aujourd'hui pour bien préparer l'éther, on remarque les phénomènes suivans :

a. Lorsque la température est élevée à 78 degrés, la liqueur entre en ébullition ; il se produit un fluide qui se condense par le froid en une liqueur blanche, légère et odorante qui, à cause de ses propriétés, a reçu le nom d'*éther*. En conduisant artistement l'opération, il ne se développe aucun gaz permanent jusqu'à ce que la moitié environ de l'alcool soit convertie en éther.

b. Si dès que l'acide sulfureux se manifeste on change de récipient, on observe qu'il ne se forme plus d'éther, mais de l'huile douce du vin, de l'eau, de l'acide acéteux, et pas un atome d'acide carbonique.

Lorsque l'acide sulfurique fait environ les $\frac{4}{5}$ de la masse restante dans la cornue, il se dégage un gaz inflammable qui a une odeur d'éther, et qui brûle avec une flamme blanche huileuse. C'est ce gaz que les chimistes hollandais ont appelé *gaz hidrogène carboné* ou *gaz oléfiant*, parce que mêlé avec l'acide muriatique oxigéné il forme de l'huile. A cette époque la température de la matière contenue dans la cornue est élevée à 88 ou 90 degrés.

c. Lorsque l'huile douce du vin cesse de couler, si l'on change de nouveau le récipient, on voit qu'il ne passe plus que de l'acide sulfureux, de l'eau précédemment formée, du gaz acide carbonique, et qu'il ne reste dans la cornue qu'une masse dont la plus grande partie est de l'acide sulfurique épaissi par du charbon.

De ces phénomènes bien constans et bien observés, on peut tirer les résultats suivans :

a. Il se forme spontanément, sans le secours d'une chaleur étrangère, par la combinaison de deux parties d'acide sulfurique et d'une partie d'alcool, une petite quantité d'éther.

b. Aussitôt qu'il se forme de l'éther, et il se produit en même temps de l'eau et tant que la première de ces compositions a lieu, l'acide sulfurique ne subit aucun changement dans sa nature intime.

c. Dès que l'acide sulfureux paraît, il ne se forme plus d'éther, ou au moins très-peu ; mais alors il passe de l'huile douce du vin, de l'eau et de l'acide acéteux.

d. L'huile douce du vin ayant cessé de passer, on n'obtient plus que de l'acide sulfureux, de l'acide carbonique, et enfin du soufre, si l'on distille jusqu'à la fin.

L'opération de l'éther, telle qu'on la pratique, est donc véri-

tablement partagée en trois époques : la première, dans laquelle une petite quantité d'éther et d'eau sont formés sans le secours d'une chaleur étrangère entre 70 et 72 degrés ; la seconde, par laquelle toute la somme d'éther qui peut être obtenue se dégage sans être accompagnée d'acide sulfureux, à 78 degrés de température ; enfin la troisième, où l'huile douce du vin, le gaz oléfiant, l'acide acéteux, l'acide sulfureux et l'acide carbonique prennent naissance, tandis que le mélange s'élève de 83 à 90 degrés de température par la chaleur communiquée. Ces trois époques n'ont de commun entr'elles qu'une formation continuelle d'eau depuis le commencement jusqu'à la fin de l'opération.

Fondés sur ces observations bien constatées, nous avons établi de la manière suivante la théorie de l'éthérification. Dans le cas où l'éther se forme par le simple mélange d'alcool et d'acide sulfurique, sans le secours d'une chaleur étrangère ; formation qui s'annonce par la chaleur ainsi que par le précipité noir, le carbone qui se sépare sans production d'acide sulfureux, prouve que l'acide sulfurique agit sur l'alcool d'une toute autre manière que celle qu'on a cru avoir lieu jusqu'ici. En effet, cet acide ne peut être décomposé à cette température par le carbone ; l'expérience a montré qu'il n'y a aucune action à froid entre ces deux corps. Ce n'est pas non plus par l'alcool entier ; car alors il se formerait de l'acide sulfureux, et l'on sait qu'il ne s'en manifeste aucune trace au commencement de l'opération.

Il faut donc avoir recours à une action d'un autre ordre ; c'est à l'affinité puissante que l'acide sulfurique exerce sur l'eau ; c'est elle qui détermine l'union des principes créateurs de l'eau existans dans l'alcool, et avec lesquels cet acide est en contact ; mais cette action est bornée : il s'établit bientôt un équilibre d'affinités, dont l'effet est de maintenir les combinaisons nouvelles dans le repos.

S'il est prouvé qu'il se forme de l'éther par le mélange de

quantités quelconques d'acide sulfurique et d'alcool, il s'en suit évidemment que l'on pourrait changer complétement une masse d'alcool en éther, en eau et en acide végétal, en élevant suffisamment la somme de l'acide sulfurique, et il est également évident que cet acide n'éprouverait d'autre altération que d'être étendu d'eau.

Il ne faudrait pas induire de cette théorie que l'éther n'est que l'alcool, moins de l'oxigène et de l'hidrogène, car il se sépare en même temps une quantité de carbone proportionnellement plus grande que celle de l'hidrogène; et l'on conçoit que l'oxigène qui se combine dans cette circonstance avec l'hidrogène pour former l'eau, ne saturait pas seulement cet hidrogène dans l'alcool, mais qu'il y saturait en même temps le carbone précipité : ainsi, au lieu de regarder l'éther comme l'alcool moins de l'hidrogène et de l'oxigène, on doit, en tenant compte du carbone précipité et de la petite quantité d'hidrogène contenue dans l'eau formée, le considérer comme de l'alcool, plus de l'hidrogène et de l'oxigène. Telle est la théorie de ce qui se passe dans l'action spontanée de l'acide sulfurique et de l'alcool sans addition de chaleur étrangère.

Lorsque l'on soumet le mélange d'acide sulfurique et d'alcool à l'action de la chaleur, le mode de l'éthérification est plus compliqué, et ses résultats sont plus nombreux.

D'abord il faut observer que ce mélange dans les proportions égales n'entre en ébullition qu'à la température de 78 degrés, tandis que l'alcool seul bout à 64 degrés; d'où l'on doit conclure que l'alcool est retenu par l'attraction de l'acide sulfurique qui le fixe. Il faut comparer ce qui lui arrive alors à ce qui a lieu pour toute autre matière végétale exposée au feu, dont les principes se volatilisent suivant l'ordre de leur affinité pour le calorique, en entraînant avec eux une petite quantité des élémens plus fixes : ainsi, à mesure que l'acide sulfurique attire l'alcool et l'eau dont il favorise la formation, l'éther qui se développe attire le calorique et se

volatilise, et lorsque la plus grande partie de l'alcool a été changée en éther, le mélange devient plus dense, la chaleur qu'il acquiert est plus considérable, et l'affinité de l'acide sulfurique pour l'alcool non encore décomposé étant augmentée, les principes de cet acide se séparent; en sorte que d'une part son oxigène se porte sur l'hidrogène de l'alcool, et forme de l'eau qui se volatilise peu à peu, tandis que de l'autre l'éther retenant une plus grande quantité de carbone avec lequel il peut se volatiliser à cette température, donne naissance à l'*huile douce du vin*, qui doit être considérée comme un éther plus chargé de carbone: ce qui est prouvé par sa pesanteur plus considérable, par sa volatilité moins grande, et par sa couleur citrine.

A l'aide de cette théorie simple, qui n'est que le résultat des faits, nous avons été conduits à des conclusions utiles à l'art chimique et pharmaceutique, dont voici le précis.

a. La formation de l'éther n'est pas due, comme on l'avait pensé jusqu'ici, à l'action immédiate des principes de l'acide sulfurique sur ceux de l'alcool, mais à une véritable réaction des élémens de ce dernier les uns sur les autres, et particulièrement de son oxigène et de son hidrogène, occasionnée seulement par l'acide sulfurique.

b. L'on pourrait, à la rigueur, changer une partie quelconque d'alcool en éther, sans le secours de la chaleur, en augmentant assez la proportion de l'acide sulfurique.

c. L'opération ordinaire est partagée en deux temps principaux, par rapport à l'altération de l'alcool; dans l'un desquels il ne se forme que de l'éther et de l'eau, dans l'autre de l'huile douce du vin, de l'eau et de l'acide acéteux.

d. Tant qu'il se forme de l'éther, l'acide sulfurique n'est pas décomposé, et il ne se forme pas d'huile douce du vin; dès que celle-ci paraît, il ne se dégage plus ou au moins que très-peu d'éther, et en même temps l'acide sulfurique est décomposé par l'hidrogène seulement: d'où résulte de l'acide sulfureux.

e. On peut éviter la formation de l'huile douce du vin, en entretenant la température du mélange entre 75 et 78 degrés par l'addition bien ménagée de quelques gouttes d'eau dans la cornue.

f. Enfin l'alcool diffère de l'éther en ce qu'il contient plus de carbone, moins d'hidrogène et d'oxigène, et l'huile douce du vin est à l'éther à peu près ce que l'alcool est à ce dernier.

76. L'éther obtenu par le procédé qui a été décrit, et qu'on nomme *éther sulfurique*, n'est pas très-pur; il est uni à de l'alcool et à de l'acide sulfureux. Pour le rectifier, on le distille dans une cornue au bain de sable avec de l'alcali fixe ou avec de la magnésie. L'une ou l'autre de ces bases se combine avec l'acide sulfureux, et l'éther passe très-pur à la plus douce chaleur. Si l'on sépare la première moitié de ce produit, on obtient l'éther le plus suave et le plus rectifié.

L'éther est un fluide plus léger que l'alcool, d'une odeur forte, aromatique et très-expansive, d'une saveur chaude et piquante. Il est si volatil, qu'en le versant ou en l'agitant, il se dissipe en un instant. Il produit dans son évaporation un froid tel, qu'il peut faire geler l'eau dans un vase qu'on entoure de linge, sur lequel il s'évapore. Il se réduit en une sorte de gaz éthéré qui brûle avec rapidité. L'air qui tient de l'éther en dissolution peut passer à travers l'eau sans cesser d'être inflammable et odorant. On se sert de cette espèce de gaz combustible pour les expériences électriques et pour charger les canons de Volta.

L'éther s'allume très-facilement dès qu'on le chauffe à l'air libre ou qu'on en approche un corps enflammé; l'étincelle électrique l'allume de même. Il répand une flamme blanche fort lumineuse, et il laisse une trace noire comme charbonneuse à la surface des corps que l'on expose à sa flamme. Lavoisier a constaté qu'il se forme de l'acide pendant la combustion de cette liqueur; et Schéele, que le résidu de l'éther brûlé sur un peu d'eau contient de l'acide sulfurique.

L'éther se dissout dans dix parties d'eau, suivant le citoyen Lauraguais. On n'a point encore examiné en détail les phénomènes que l'éther présenterait avec toutes les substances salines ; on ne connaît bien que l'action de quelques acides sur ce liquide inflammable. La chaux et les alcalis fixes ne paraissent point susceptibles de l'altérer. L'ammoniaque caustique s'y mêle en toutes proportions et forme avec lui une matière dont l'odeur mixte pourrait être très-utile dans les asphixies et les maladies spasmodiques. L'acide sulfurique s'échauffe beaucoup avec l'éther, et il peut en convertir une bonne partie en huile douce du vin par la distillation. L'acide nitreux fumant y excite une effervescence considérable ; et l'éther semble devenir plus consistant, plus coloré, plus huileux dans cette expérience.

Mêlé avec la dissolution muriatique d'or, il retient pour quelque temps une partie de ce métal, et semble agir alors comme les huiles volatiles, qui retiennent également une partie d'oxide d'or ; mais au bout de quelques jours l'or se sépare sous la forme brillante, métallique, ductile et cristalline.

L'éther dissout les huiles volatiles et les résines comme l'alcool ; et les médecins emploient souvent des teintures éthérées. Il dissout très-bien le caoutchouc ramolli, gonflé auparavant dans l'eau bouillante et coupé en petits fragmens. Cette dissolution en s'évaporant laisse une couche de caoutchouc élastique et pur à la surface des corps sur lesquels on l'a étendue.

77. L'acide nitrique et sur-tout l'acide nitreux agissent d'une manière beaucoup plus rapide que le sulfurique sur l'alcool rectifié ; ici, au lieu de favoriser la réaction par la chaleur, on a toujours cherché à la modérer, soit par l'affaiblissement des deux liquides, soit par le refroidissement de leur mélange.

Navier, médecin de Chalons, est le premier qui ait donné

un procédé facile et peu dispendieux pour préparer l'éther nitrique. On prend, d'après ce chimiste, une bouteille de Sèvres très-forte, on y verse douze parties d'alcool bien pur et bien rectifié, et on la plonge dans l'eau froide, ou mieux encore dans la glace; on ajoute à plusieurs reprises, et en agitant chaque fois le mélange, huit parties d'acide nitrique concentré, mais en partie nitreux; on bouche sur-le-champ la bouteille bien ficelée avec un bouchon de liége qu'on assujettit à l'aide de la peau, on laisse ce mélange en repos dans un endroit écarté, pour prévenir les accidens de la fracture de la bouteille qui quelquefois a lieu. Au bout de quelques heures il s'élève des bulles du fond de ce vaisseau, et il se rassemble à la surface de la liqueur des gouttes qui forment peu à peu une couche de véritable éther. Ce dégagement a lieu pendant quatre ou six jours. Dès qu'on n'aperçoit plus de mouvement dans la liqueur, on perce le bouchon avec un poinçon pour laisser échapper une certaine quantité de gaz nitreux, qui, sans cette précaution, sortirait brusquement en débouchant la bouteille, et entraînerait avec lui l'éther qui serait perdu. Lorsque le gaz est dissipé, on débouche doucement la bouteille, on verse la liqueur qu'elle contient dans un entonnoir; on sépare, à l'aide du doigt, le résidu d'avec l'éther qui le surnage, et on reçoit ce dernier dans un flacon à part.

78. M. Woulfe, chimiste anglais, a donné un autre procédé pour préparer l'éther nitrique. Il consiste à employer des vaisseaux très-grands, pour offrir beaucoup d'espace aux fluides élastiques qui se dégagent. On prend un ballon de verre blanc de huit à dix litres, terminé par un col de deux mètres et demi environ de long; on le pose sur un trépied assez élevé pour qu'on puisse placer dessous un réchaud; on ajuste au col de ce matras un chapiteau tubulé, au bec duquel on adapte un tuyau de verre de la même longueur que le col du ballon : ce dernier est reçu par son

extrémité inférieure dans un ballon à deux pointes, percé en dessous d'une tubulure à laquelle on joint un flacon ; on ajoute à la troisième tubulure de ce ballon les bouteilles qui constituent l'appareil de Woulfe, déja décrit plusieurs fois. Lorsque tous ces vaisseaux sont bien lutés, on verse dans le matras par la tubulure du chapiteau parties égales d'alcool rectifié et d'acide nitreux fumant ; on bouche ensuite le chapiteau avec un bouchon de cristal, qu'on enveloppe d'une peau ficelée. Dès que le mélange est fait, il s'échauffe beaucoup ; il s'en dégage des vapeurs qui parcourent rapidement le col du matras ; et en chauffant ce dernier jusqu'à l'ébullition de la liqueur qu'il contient, à l'aide du réchaud placé au dessous, il passe de l'éther nitrique dans le ballon qui sert de récipient. Ce procédé, quoique fort ingénieux, a plusieurs inconvéniens ; l'appareil est long à établir, il est très-cher et très-embarrassant ; en outre, il expose à des dangers, parce que, malgré l'espace donné aux vapeurs, elles se dégagent si rapidement, qu'il est arrivé plusieurs fois à l'appareil de se briser avec un grand fracas. Dans cinq opérations de cette nature dont j'ai été témoin ou coopérateur, depuis 1772 jusqu'en 1778, j'ai vu deux fois les vases sauter en éclats, avec une violente explosion.

79. M. Bogues a publié en 1773 une autre manière de faire l'éther nitrique. Il conseille de mêler dans une cornue de verre de huit kilogrammes d'eau de contenance un demi-kilogramme d'alcool avec autant d'acide nitrique, affaibli au point de ne donner que vingt-quatre degrés à l'aréomètre pour les acides ; d'adapter à la cornue un ballon pouvant contenir douze kilogrammes d'eau ; de donner passage au gaz en ajustant deux tuyaux de plume à la jonction des luts, et de distiller à un feu très-doux, en n'enfonçant que très-peu la cornue dans le sable. Il a eu par ce moyen un peu plus du tiers du poids de l'alcool d'un éther nitrique assez pur. Il paraît, d'après ce qu'a dit Rozier dans son Journal

de physique, que Mitouard employait, dès 1770, un procédé assez semblable à celui de M. Bogues. Ce chimiste mettait quatre parties d'esprit de nitre fumant avec douze parties d'alcool en distillation dans une cornue, qu'il ne faisait que poser légèrement sur le sable, et il obtenait par ce moyen, qui paraît le plus simple de tous, de l'éther nitrique semblable à celui de Navier.

80. Enfin le citoyen Laplanche, apothicaire à Paris, a imaginé successivement deux méthodes de préparer l'éther nitrique par des procédés assez commodes. Le premier consiste à mettre du nitre dans une cornue de grès tubulée, à laquelle on adapte un grand ballon ou deux cufilés; à verser par la tubulure d'abord de l'acide sulfurique concentré, ensuite de l'alcool. L'acide sulfurique dégage l'acide nitrique qui réagit sur l'alcool, et forme presque sur-le-champ de l'éther nitrique. Comme on pouvait soupçonner que l'éther préparé par ce moyen était en partie sulfurique, il a substitué à cette première méthode un second procédé fort ingénieux. Il adapte à une cornue de verre tubulée, dans laquelle il a mis du nitre bien sec, une alonge et un ballon qui communique par un tube recourbé à une bouteille vide; cette dernière plonge, à l'aide d'un syphon, dans une autre bouteille qui contient moitié du poids du nitre d'alcool le plus parfait. Le tout étant bien luté et la cornue posée sur un bain de cendres, on jette sur le nitre, par la tubulure de ce dernier vaisseau, aussi moitié du poids du nitre d'acide sulfurique concentré; on ferme la cornue avec un bouchon de cristal; on donne le feu jusqu'à l'ébullition, et on l'entretient dans cet état jusqu'à ce qu'il ne passe plus de vapeurs. Dans cette expérience, l'acide sulfurique dégage celui du nitre qui passe en partie dans le ballon et en partie dans le second flacon. L'opération finie, le ballon contient de l'acide nitreux fumant, la cornue du sulfate de potasse, et le second flacon une liqueur éthérée par l'action de la vapeur d'acide nitrique

sur l'alcool. On distille cette dernière liqueur dans une cornue avec un simple ballon, et on ne prend que les deux tiers du produit. On redistille ce produit avec un cinquième d'acide nitreux fumant qu'on y verse peu à peu à l'aide d'un entonnoir de verre à longue tige ; on n'obtient que les deux tiers : enfin on rectifie ce second produit sur de la potasse, en fracturant en deux portions le produit de l'éthéré, le premier est de l'éther nitrique très-pur, le second forme une espèce de liqueur minérale anodine nitreuse. Les résidus des deux rectifications font ce qu'on nommait autrefois *de l'esprit de nitre dulcifié*.

81. L'éther nitrique obtenu par tous ces différens procédés est un fluide jaunâtre aussi volatil et aussi évaporable que l'éther sulfurique ; son odeur est analogue à celle de ce dernier, quoiqu'elle soit plus forte et moins suave ; sa saveur est chaude et plus désagréable que celle de l'éther sulfurique ; il est souvent coloré en jaune : il contient toujours peu d'acide surabondant et de gaz nitreux ; il fait sauter le bouchon des flacons dans lesquels il est renfermé, parce qu'il s'en dégage continuellement une grande quantité de gaz ; il rougit et jaunit constamment le linge des bouchons qui le compriment ; il répand en brûlant une flamme plus brillante et une fumée plus épaisse que l'éther sulfurique ; il laisse aussi un charbon un peu plus abondant ; il enlève, comme l'éther sulfurique, l'or de sa dissolution, et il s'en charge d'une certaine quantité. En le gardant long-temps dans un vaisseau fermé, il se forme de l'eau tenant un peu d'acide oxalique au fond de cet éther : on le décolore en le distillant sur les alcalis ; le sucre a réussi pour cette purification au citoyen Deyeux, et ce corps retenait une huile âcre brûlante qu'il croit analogue à l'huile douce du vin et formée pendant la distillation de l'éther ; il ajoute qu'elle se produit plus vîte par l'action de l'acide nitrique que par celle de l'acide sulfurique, et qu'elle se dégage en même temps que

l'éther : ce qui est la cause de sa coloration ; il a trouvé encore qu'en mêlant seize parties d'eau avec une partie d'éther nitrique dans une bouteille garnie d'un tube, on en sépare, par une effervescence spontanée, le gaz nitreux qu'il contient, et qu'une fois privé de ce gaz, l'éther nitrique peut être conservé comme le sulfurique sans briser les vaisseaux qui le renferment. C'est ainsi qu'il prescrit de le rectifier par le sucre et de le dégazer par l'eau pour l'usage médicinal.

82. Le résidu de l'éther nitrique est d'une couleur jaune ; son odeur est acide et aromatique ; sa saveur est piquante et imite celle du vinaigre distillé. Si on le distille, il donne, dit le citoyen Baumé, une liqueur claire, d'une odeur plus suave que celle de l'éther nitrique, d'un goût acide agréable, qui rougit le sirop de violette, s'unit à l'eau en toutes proportions, et fait effervescence avec le carbonate de potasse : c'est de l'acide acéteux mêlé d'un peu d'éther. Il reste ensuite dans la cornue une matière jaune ambrée, friable, semblable à du succin, qui attire l'humidité de l'air, et y devient poisseuse ; qui se dissout dans l'eau sans la rendre mucilagineuse. Cette substance, que le citoyen Baumé appelle *gummi-savonneuse*, donne à la cornue quelques gouttes d'une liqueur acidulée, très-claire, d'une consistance huileuse et d'une légère odeur empyreumatique. Il reste après la distillation un charbon spongieux, brillant, sans saveur, très-fixe au feu. Bucquet dit que si on fait évaporer la liqueur qui reste après la formation de l'éther nitrique, elle prend la consistance d'un mucilage, et qu'il s'y forme au bout d'un temps plus ou moins long des cristaux salins, assez semblables à des chenilles velues, auxquels on a donné le nom de *cristaux d'Hiærne*, d'après celui du chimiste qui les a le premier décrits ; on sait aujourd'hui, d'après les expériences de M. Hermstadt, qu'ils sont de l'acide oxalique. On voit par tous ces détails, auxquels il faut ajouter qu'il passe du gaz acide carbonique pendant toute l'action de l'acide nitrique sur l'alcool, que cette action

ne diffère de celle de l'acide sulfurique qu'en ce que le carbone précipité par celui-ci est dissous et brûlé dans l'oxigène du premier ; qu'il se forme plus vîte et plus abondamment de l'huile ; que l'éthérification est due à la même cause, et qu'il y a de l'acide oxalique et de l'acide acéteux formés en même temps que l'éther, l'huile, l'eau et l'acide carbonique. La rapidité de cette décomposition et les gaz qui se dégagent pendant qu'elle a lieu, rendent l'éthérification par l'acide nitrique beaucoup plus tumultueuse que celle par l'acide sulfurique, et voilà pourquoi elle est si souvent accompagnée de fracas et de rupture des appareils quand on la fait avec un acide trop concentré.

83. L'acide muriatique n'a pas d'action sensible sur l'alcool ; cet acide est adouci, soit par le simple mélange de cette liqueur, soit en le distillant avec elle, comme le sont les deux autres mêlés en petite quantité avec l'alcool. Le citoyen Baumé, dans sa dissertation sur l'éther, dit avoir obtenu un peu d'éther muriatique en faisant rencontrer l'acide muriatique et l'alcool en vapeurs. Ludolf et Pott ont employé le muriate d'antimoine suroxigéné et sublimé, ou *beurre d'antimoine*, dans cette vue. M. de Bornes a prescrit de dissoudre de l'oxide de zinc dans l'acide muriatique, et de distiller ce sel concentré par l'évaporation dans des vaisseaux fermés, avec l'alcool. Ce procédé donne assez facilement de l'éther muriatique.

Mais personne avant la révolution chimique n'avait suivi ce travail avec autant de soin que Courtanvaux, de l'académie des sciences ; il était parvenu à préparer l'éther muriatique par le procédé suivant : on verse dans une cornue de verre une partie d'alcool avec près de trois parties de muriate suroxigéné d'étain ou de liqueur fumante de Libavius ; il s'excite une chaleur très-forte, et il s'élève une vapeur blanche suffoquante, qui disparaît dès qu'on agite le mélange ; il se dégage une odeur agréable, et la liqueur

prend une couleur citrine. On place la cornue sur un bain de sable chaud ; on lute deux ballons, dont le dernier est plongé dans de l'eau froide. Il passe d'abord de l'alcool déphlegmé, et l'éther monte bientôt après ; on s'en aperçoit à son odeur suave et aux stries qu'il forme sur la voûte de la cornue. Dès que cette odeur se modifie et devient forte et suffocante, on change de récipient, et l'on continue de distiller ; on obtient une liqueur acide claire, surnagée de quelques gouttes d'huile *douce*, à laquelle succède une matière jaune d'une consistance butireuse, un vrai muriate d'étain, et enfin une liqueur brune, pesante, qui exhale des vapeurs blanches fort abondantes : il reste dans la cornue une matière grise pulvérulente, qui est un oxide d'étain. On verse le produit éthéré dans une cornue sur du carbonate de potasse ; il se fait une vive effervescence et un précipité fort abondant, dû à l'oxide d'étain que l'acide a enlevé avec lui pendant la distillation ; on ajoute un peu d'eau et on distille à une chaleur douce ; on obtient la moitié environ de ce produit éthéré. Toutes les liqueurs qui passent après l'éther muriatique sont très-chargées d'oxide d'étain ; elles attirent l'humidité de l'air, elles s'unissent à l'eau sans rien précipiter. On ne savait pas à quoi attribuer l'action si rapide de l'acide muriatique contenu dans la *liqueur fumante de Libavius* sur l'alcool, tandis que cet acide pur n'y agit en aucune manière ; mais il est évident que cette action est due à ce que cet acide est à l'état d'acide muriatique oxigéné dans ce muriate métallique, et que c'est à l'excès de l'oxigène qu'il contient qu'il faut attribuer la propriété qu'il a de convertir l'alcool en éther. Telle est la théorie que j'avais donnée le premier de cette opération en 1781, et que les travaux des citoyens Berthollet et Pelletier ont confirmée, comme je vais le faire voir.

84. Le citoyen Laplanche, pharmacien, a proposé, pour préparer l'éther muriatique, de verser dans une cornue tu-

bulée de l'acide sulfurique et de l'alcool sur du muriate de soude décrépité. Le gaz acide muriatique, dégagé par l'acide sulfurique, rencontre dans le ballon l'alcool en vapeurs, avec lequel il se combine. Il assure qu'il en résulte un acide éthéré, que l'on rectifie sur de la potasse pour en obtenir l'éther pur; mais il est vraisemblable que s'il se forme un peu d'éther dans ce procédé, il n'est dû qu'à une petite portion d'acide muriatique oxigéné, formée dans l'opération. Pelletier a réussi à faire de l'éther muriatique en distillant dans une grande cornue tubulée un mélange d'oxide de manganèse, de muriate de soude, d'acide sulfurique concentré, et d'alcool rectifié. L'éther qu'on obtient par ce procédé fait la moitié du poids de l'alcool employé. Le citoyen Berthollet a découvert qu'on obtenait la même liqueur éthérée en distillant à un feu doux de l'alcool qu'on a saturé de gaz acide muriatique oxigéné; et depuis on est parvenu à l'obtenir en distillant sur l'oxide de manganèse un mélange d'alcool très-rectifié et d'acide muriatique bien concentré. Tout prouve donc que c'est à l'oxigène, ajouté à l'acide muriatique, qu'est due ici l'éthérification.

L'éther muriatique est très-transparent, très-volatil; il a à peu près la même odeur que l'éther sulfurique; il brûle comme lui, et donne une fumée semblable à la sienne: mais il en diffère par deux propriétés; l'une, c'est d'exhaler, en brûlant, une odeur aussi piquante et aussi vive que l'acide sulfureux; l'autre, c'est d'avoir une saveur styptique, semblable à celle de l'alun. Ces deux phénomènes sont dus sans doute à quelques corps étrangers qu'il contient; car tout annonce que l'éther est en lui-même un corps identique, un produit constant de la décomposition de l'alcool, par quelque acide et même par quelque réactif qu'il ait été formé; car on verra bientôt que l'action d'un acide n'est pas indispensablement nécessaire à sa production.

85. On a beaucoup essayé de produire des éthers avec

les acides phosphorique, tartareux, etc.; mais tous ces essais ont été infructueux, parce que ces acides ont trop peu d'attraction avec l'eau pour en favoriser la production par la décomposition de l'alcool, comme le fait l'acide sulfurique, ou sont trop adhérens à l'oxigène pour laisser ce principe se porter sur ceux de l'alcool, ou trop faciles à décomposer eux-mêmes par la température à laquelle on prépare ordinairement les éthers pour pouvoir réagir sur l'alcool et en opérer l'éthérification. D'ailleurs quand les chimistes ont cherché avec une sorte d'opiniâtreté à faire de l'éther avec chaque acide, ou nouveau, ou non encore examiné dans son action sur l'alcool, c'était avec l'opinion que chaque éther était différent, et aujourd'hui il est reconnu qu'excepté le mélange d'un peu de l'acide employé, l'éther est le même corps, par quelque acide qu'il ait été formé.

86. L'alcool est décomposé par ceux des oxides métalliques qui cèdent le plus facilement leur oxigène, et passe même quelquefois à l'aide de l'action de la chaleur à l'état d'éther dans cette décomposition, comme le citoyen Vanmons l'a découvert. On voit ici le même fait et par conséquent la même théorie que dans l'action de l'acide nitrique et de l'acide muriatique oxigéné sur l'alcool. On obtient un même résultat, et même un effet beaucoup plus marqué encore, par la double attraction décomposante que les dissolutions métalliques exercent sur l'alcool, quand on le distille avec ces corps. On obtient en distillant ces mélanges des proportions d'éther d'autant plus grandes que les dissolutions sont plus concentrées, et que les oxides métalliques qu'elles contiennent cèdent plus facilement leur oxigène. C'est sur-tout avec les nitrates de mercure, d'argent, de plomb, et avec les muriates suroxigénés métalliques que ces effets sont les plus énergiques.

87. Enfin, la décomposition de l'alcool par son inflammation est modifiée d'une manière plus ou moins remarquable

dans les couleurs de la flamme qu'il donne par un grand nombre de corps qu'il tient en dissolution ou qui lui sont mêlés, et si l'on ne connaît pas encore les causes réelles de ces modifications, celles-ci sont par elles-mêmes assez frappantes et assez singulières pour devoir au moins être décrites avec soin. C'est ainsi que l'acide boracique donne à la couleur de la flamme de l'alcool une nuance verte jaunâtre bien prononcée; les sels dissolubles de strontiane, une couleur purpurine; ceux de barite, un jaune assez foncé; ceux de chaux, un jaune plus clair; ceux de fer, des rouges clairs; et ceux de cuivre, des verds bleux fort différens de la nuance produite par l'acide boracique.

E. *Espèces.*

88. Quoique pendant quelque temps les chimistes aient cru que l'alcool extrait de différentes liqueurs fermentées était différent; quoiqu'ils aient distingué sur-tout les eaux-de-vie de vin, celle de bière nommée *eau-de-vie de grain*; l'alcool de cerises, désigné par le nom de *kirchenwasser*; l'eau-de-vie de cidre; le *rhum* ou eau-de-vie de canne à sucre; le *rack* ou eau-de-vie de riz: il est bien reconnu aujourd'hui que tous ces produits ne sont qu'un seul et même corps jouissant des propriétés identiques, et présentant absolument les mêmes phénomènes chimiques.

89. Cependant pour les usages de la vie, pour le besoin des arts, et sur-tout pour la délicatesse de nos organes, il est indispensable d'admettre la distinction des espèces dont je viens de parler, parce que leur goût très-différent, leur inflammabilité, leur légéreté, leur propriété dissolvante, très-diversifiées, les rendent chacun utile dans des circonstances différentes. Mais ces modifications dépendent beaucoup plutôt de la manière dont ils ont été préparés, et du peu de précautions qu'on a prises dans leur distillation, que de leur propre nature.

Pour s'en convaincre, il suffit d'observer que l'eau-de-vie tirée des vins n'est pas la même dans sa saveur, son odeur et sa force, dans les diverses contrées où on la prépare, quoique la liqueur primitive qui la fournit soit identique, et parce qu'on procède à sa distillation d'une manière différente. A plus forte raison cela doit-il arriver avec des liqueurs fermentées, chargées de beaucoup d'extraits et de mucilage, comme les bières et les cidres, qui, lorsqu'on les chauffe fortement, comme on le fait dans le plus grand nombre des brûleries, s'épaississent, se brûlent dans le fond des alambics, et donnent ainsi des eaux-de-vie âcres, odorantes, empyreumatiques, parce qu'elles entraînent une portion d'huile dans la distillation. On sait avec quelle énergie l'alcool retient la petite quantité d'huile volatile nécessaire pour lui donner des odeurs fortes, et une saveur étrangère à la sienne. On sait qu'une fois saturée de cette manière par la distillation, il est impossible de l'en priver ; et cela explique suffisamment toutes les variétés de propriétés si sensibles à nos organes, et si légères cependant pour les opérations chimiques, que l'on reconnaît aux différentes espèces d'eaux-de-vie et d'alcool du commerce.

F. *Usages.*

90. Les usages de l'alcool sont extrêmement multipliés. Sa propriété de soutenir et de relever les forces abattues, d'augmenter l'énergie des fibres contractiles, le mouvement de la circulation, l'activité de tout le système animal, le fait ranger parmi les médicamens les plus importans. On le donne rarement seul, à moins que ce ne soit en le réduisant en vapeur pour l'introduire avec l'air dans les poumons et le faire agir sur les fibres relachées, ou sur les ulcères qui les attaquent. On l'associe à une foule de substances diverses, pour ajouter à ses vertus ou les approprier aux indications qu'on se propose de remplir. On le rend très-dissolvant et très-fondant

par la potasse dans les teintures âcres de tartre et dans le *lilium*, très-antiseptique avec le camphre, antispasmodique avec la petite portion d'huile volatile qui lui donne de l'odeur et le modifie en ce qu'on nomme si improprement *eaux distillées spiritueuses*, très-astringent avec l'addition du quart de son poids d'acide sulfurique, addition qui constitue l'eau de Rabel. Il est très-stomachique et très-cordial quand on l'a associé aux résines et aux extractifs oxigénés, comme il l'est dans les baumes artificiels, les teintures et les élixirs, ou les composés *spiritueux*, si variés et si nombreux dans les ouvrages destinés aux recettes et aux formules médicamenteuses.

91. L'alcool porté à l'état d'éther est un des stomachiques, des toniques et des antispasmodiques les plus puissans, parce qu'il agit en se réduisant tout-à-coup en vapeur dans l'estomac, où il est reçu sur une très-grande surface à la fois, et sur presque tout le système nerveux. On l'a spécialement recommandé comme fondant des calculs biliaires; mais il est évident qu'il agit bien plus dans ce cas par sa propriété calmante que par sa véritable nature de dissolvant biliaire, puisque les moindres notions d'anatomie apprennent qu'il ne peut pas pénétrer assez abondamment dans les canaux cholédoque et cystique pour agir immédiatement sur les concrétions contenues dans la vésicule du fiel. L'éther enivre plus vivement et à une beaucoup moindre dose que l'alcool. En le mêlant avec le premier alcool aromatique qui passe dans la distillation avec l'acide sulfurique, et avec quelques gouttes d'huile volatile qui passe après lui, on prépare la *liqueur minérale anodine d'Hoffman*, beaucoup moins bonne que l'éther lui-même, et qui agit beaucoup plus faiblement et inégalement. Ce qu'on nomme dans les pharmacies *liqueur minérale anodine nitreuse*, est le produit qui succède à l'éther *nitreux* dans la distillation. Quant à l'éther muriatique, c'est un très-mauvais médicament, parce qu'il n'est jamais égal, parce qu'il contient souvent de l'acide, et parce qu'il est bien moins étheré que les deux pré-

cédens. L'éther commun ou sulfurique bien rectifié est préférable à tous les autres.

92. C'est en raison de la vertu tonique et fortifiante qu'on emploie si fréquemment l'alcool dans la préparation des liqueurs très-agréables qu'on prend à la fin du repas pour favoriser la digestion. On nomme *ratafiats* les infusions d'une foule de substances dans l'eau-de-vie, édulcorées avec le sucre, et plus particulièrement *liqueurs* les combinaisons de l'alcool bien rectifié avec des huiles volatiles et du sirop, dans diverses proportions. Le sirop fournit l'eau et le sucre, qui adoucissent l'âcreté brûlante de l'alcool; l'huile volatile donne le parfum: et quand ces matières sont unies en proportion convenable, et de manière qu'aucune saveur ne domine trop; quand la combinaison est bien intime, ce qui a lieu sur-tout à l'aide du temps, il en résulte des boissons extrêmement agréables. On les varie à l'infini, suivant l'huile volatile que l'on prend; on préfère sur-tout celles de vanille, de rose, d'orange, de citron, de gérofle, de muscade, de canelle, d'anis, à la plupart des autres, à cause de la force ou de l'agrément de leurs parfums. On les unit souvent les uns aux autres, et quelquefois même en grande quantité, et dans ce cas on a soin de faire les compositions de manière qu'aucune ne domine sur l'autre. En général on les prépare avec une partie d'alcool rectifié, deux parties d'eau, une de sucre raffiné, et quelques gouttes d'huile volatile. Quelquefois on fait agir l'alcool immédiatement sur les matières végétales tout entières, pour lui donner plus de force de ce qu'on nomme le fruit: on les colore avec la cochenille et le safran. Ces liqueurs très-agréables ne sont utiles que prises modérément et en petite quantité; l'abus en est nuisible et très-dangereux: au lieu de fortifier, elles détruisent les forces, et sur-tout celles de l'estomac.

93. L'alcool, par la propriété qu'il a de dissoudre facilement les huiles volatiles, de les entraîner par la distillation de manière à former des liquides très-odorans et très-aroma-

tiques, est extrêmement employé dans l'art des parfums. C'est avec lui qu'on prépare les liquides agréables connus sous le nom d'*eaux de senteur*, l'eau de bouquet, l'eau de mille-fleurs, les pots-pourris, etc. : on les marie aussi plusieurs ensemble. On emploie souvent le benjoin, le storax, l'ambre gris, le musc, la vanille dans ces compositions, qui servent pour la toilette. C'est encore un produit de l'art qu'on ne doit employer qu'avec réserve et modérément, parce qu'on est obligé d'en augmenter perpétuellement la dose quand on en fait abus ; les organes s'affaiblissent et éprouvent, par l'effet continuel des parfums, un relâchement marqué.

94. On se sert de l'alcool comme combustible pour alimenter des lampes sur les tables, pour donner des flammes brillantes dans les spectacles, pour faire un grand nombre d'expériences de physique et de chimie. Il est spécialement employé comme dissolvant pour la fabrication des vernis siccatifs les plus beaux et les plus chers. Ces vernis sont, en général, des dissolutions saturées de résines transparentes, sèches, peu colorées, ou même entièrement transparentes, telles que la copale, la sandaraque, le mastic, l'oliban. L'alcool est trop cher pour servir à des teintures en grand ; mais il sert quelquefois à celles de la soie et des rubans.

95. C'est un des dissolvans les plus utiles aux chimistes. Il s'applique sur-tout à la séparation des sels déliquescens dans l'analyse des résidus des eaux minérales, des cendres de plantes, etc. ; à l'extraction et à la purification de la potasse et de la soude, etc. ; à l'examen des matières végétales, après les avoir traitées et épuisées par l'eau froide et chaude ; au traitement de quelques substances animales ; à la précipitation des sels indissolubles dans l'alcool et dissolubles dans l'eau, etc. etc.

§. V I.

Des causes ou du mécanisme de la fermentation vineuse, et de la formation de l'alcool.

96. Quoique j'aie fait voir dans les deux paragraphes précédens que l'alcool n'était pas tout formé, entièrement composé dans le vin ; quoique je l'aie regardé comme un produit éloigné de la fermentation vineuse, il n'est cependant pas moins vrai qu'il est dû à cette fermentation ; que, sans elle, il n'existeroit pas, et que c'est par elle qu'il est véritablement formé, puisqu'il faut une liqueur fermentée vineuse pour l'obtenir. Il n'est pas moins évident qu'il provient du sucre, puisqu'il est indispensable qu'une liqueur soit sucrée pour devenir vineuse, et puisque quand cette liqueur est passée à l'état de vin, elle ne contient plus de substance saccharine.

97. Il y a long-temps que les chimistes savent que l'alcool se forme aux dépens de la matière sucrée ; ce n'est que depuis la doctrine pneumatique et par les belles expériences qui ont servi à l'établir, qu'on a conçu et déja en partie réalisé l'espérance de déterminer le mécanisme par lequel s'opère cette espèce de conversion. Lavoisier est le premier et presque le seul qui s'en soit occupé ; et s'il manque encore quelque chose du côté de la précision aux résultats ingénieux qu'il a donnés sur cette transformation, ces résultats sont cependant assez beaux et assez concluans, sur-tout quand on les compare aux hypothèses invraisemblables qui avaient été données avant lui, pour regarder cette partie de la science comme très-avancée et comme très-propre à jeter la plus vive lumière sur l'analyse végétale.

98. Cet illustre chimiste commence par exposer que dans la fermentation vineuse, comme dans toute opération chi-

mique, il se passe une véritable équation entre les principes du corps qui fermentent et ceux qu'il donne après avoir fermenté ; que le mout de raisin, et plus particulièrement le sucre, donnant par la fermentation, d'un côté de l'acide carbonique, et de l'autre de l'alcool, on doit en conclure que le sucre = acide carbonique + alcool ; et qu'en connaissant bien la nature de chacun de ces corps et celle du sucre, on peut apprécier exactement ce qui arrive pendant cette fermentation, ou en quoi consiste le changement de nature qu'elle opère. D'après cette vue, connaissant le sucre dans lequel il avait trouvé 0.64 d'oxigène, 0.28 de carbone et 0.08 d'hidrogène, il l'a fait fermenter à l'aide d'un peu de levure qu'il a aussi examinée : son expérience a été faite dans un appareil ingénieux, dans lequel il a recueilli exactement l'acide carbonique dégagé, et n'a rien perdu des produits de la fermentation. Sans entrer ici dans le détail de la proportion de ces produits, sur laquelle il manque quelque chose du côté de l'exactitude, comme cela devait être dans une première expérience, je ne ferai qu'exposer ici les résultats généraux, qui seuls intéressent la marche générale de la théorie, et conduisent à la connoissance du mécanisme de la fermentation.

99. En calculant la proportion des principes primitifs contenus dans les 0,96 de sucre totalement décomposé dans son expérience, Lavoisier a trouvé que cette quantité d'oxigène, de carbone et d'hidrogène suffisait pour former tout l'alcool, tout l'acide carbonique, et même la portion d'acide acéteux qu'il a obtenu. Il en a conclu qu'il n'est pas nécessaire d'admettre la décomposition de l'eau, comme il l'avait d'abord fait pour expliquer la composition de ces deux principaux produits, l'alcool et l'acide carbonique ; que le mécanisme de la fermentation vineuse ne consiste que dans un changement d'équilibre opéré dans les principes constitutifs du sucre, et dans une union nouvelle et sous un autre ordre de ces principes ; changement favorisé seulement par la présence de l'eau

et du calorique, et commencé sur-tout par le ferment de levure qu'il avait employé.

100. Les effets de cette fermentation se réduisent dans cette théorie fondée sur l'expérience, à séparer en deux nouveaux composés la matière sucrée ; à oxigéner l'une aux dépens de l'autre pour en former l'acide carbonique, produit nécessaire de la fermentation vineuse ; à désoxigéner l'autre en faveur de la première, pour en composer la substance inflammable nommée *alcool* : en sorte, dit-il, que s'il était possible de recombiner ces deux produits, l'alcool et l'acide carbonique, dans les mêmes proportions où ils ont été respectivement formés par le sucre fermenté, on reformerait le sucre tel qu'il était avant la fermentation. Suivant lui, l'hidrogène et le carbone ne sont pas à l'état huileux dans l'alcool ; ils y sont unis à une proportion d'oxigène, qui, maintenue avec eux à un certain équilibre de composition, constitue une nouvelle espèce d'oxide très-inflammable encore, et qui, quand on le décompose en le faisant passer, comme je l'ai indiqué, à travers un tube de porcelaine rouge de feu, reforme de l'eau et de l'acide carbonique, et laisse précipiter une portion de carbone.

101. Aussi l'alcool, qui est du sucre — une quantité notable de carbone et d'oxigène + une quantité également notable d'hidrogène, à la connaissance exacte duquel il ne manque encore que celle de la proportion de ses principes primitifs ; l'alcool, qui est du sucre décarboné et désoxigéné, ou du sucre hidrogéné, se comporte-t-il exactement comme tel dans toutes les expériences auxquelles on le soumet. Il est beaucoup plus léger et volatil que le sucre, en raison de sa proportion d'hidrogène ; il brûle sans fumée et sans suie ; il donne une grande quantité d'eau en brûlant. On voit encore qu'en considérant le mécanisme de la fermentation vineuse dans les propriétés comparées de ses produits, on peut la regarder comme une double opération faite à la fois, comme

une combustion lente et successive du carbone, et une décombustion de l'autre partie du sucre, qui devient alors beaucoup plus combustible, et qui forme l'alcool.

102. Aussi Lavoisier a-t-il terminé ces belles recherches sur la fermentation, en faisant remarquer que cette opération présente un moyen nouveau d'analyser le sucre; qu'en supposant une matière végétale mise à fermenter, bien connue, on peut la considérer, par rapport aux produits qu'elle fournit, comme une véritable équation algébrique, et que chacun des élémens qui la composent peuvent donner une valeur réelle qui permette de rectifier l'expérience par le calcul, et le calcul par l'expérience. C'est ainsi, c'est comme un moyen important d'analyse, que j'ai fait envisager l'étude des fermentations végétales; et l'on doit voir ici que, pour connaître parfaitement la fermentation vineuse et ses produits, pour arriver par cette connaissance à celle de son véritable mécanisme, il n'y a plus qu'à trouver le rapport exact des proportions entre les principes qui se combinent les uns aux autres; et c'est ce qu'on peut espérer aujourd'hui des recherches ultérieures de la chimie, poursuivies dans le même esprit et avec les mêmes appareils que Lavoisier y a déja si utilement employés.

Le résultat général de ce qui est déja connu sur le mécanisme de la fermentation vineuse, c'est que la nature qui l'a fait naître paraît avoir pour primitive intention de réduire le composé végétal à un ordre plus simple de composition, puisque l'un des produits de ce mouvement est déja un composé binaire, l'acide carbonique. On acquerra une suite irréfragable de preuves sur cette vérité capitale, dans l'examen des autres fermentations successives dont je vais m'occuper dans les articles suivans.

ARTICLE V.

De la fermentation acide et de son produit, ou de l'acide acéteux.

1. La fermentation acide était regardée comme le second degré de la fermentation générale par Boerhaave, parce que c'est en effet par un mouvement intestin dont le vin est susceptible qu'on fabrique l'acide acéteux ; mais plusieurs substances végétales qui ne sont pas vineuses peuvent former cet acide, et ce n'est pas une condition indispensable à son existence, qu'il ait été précédé par la fermentation vineuse. Pour bien connaître tout ce qui tient à l'histoire de cette fermentation et de l'acide acéteux, je partagerai cet article en six paragraphes. Dans le premier, j'exposerai les conditions et les phénomènes de la fermentation acéteuse ; dans le second, je traiterai de plusieurs autres moyens d'obtenir de l'acide acéteux, différens de celui de la fermentation, ou de ce que je nomme en général l'*acétification;* le troisième sera consacré à l'examen des propriétés physiques du vinaigre et de l'acide acéteux ; le quatrième, à celui de ses propriétés chimiques ; je décrirai dans le cinquième les diverses espèces ou modifications de l'acide acéteux, et sur-tout de celle qu'on nomme *acide acétique ;* enfin, le sixième et dernier de ces paragraphes aura pour objet les usages auxquels on emploie le vinaigre, l'acide acéteux et l'acide acétique.

§. Ier.

Des conditions et des phénomènes de la fermentation acéteuse.

2. Quoique beaucoup de substances végétales, et sur-tout

les feuilles plongées dans l'eau, les farines qu'on délaie, les mucilages qu'on en fabrique avec l'eau chaude, soient susceptibles d'éprouver spontanément un mouvement intestin qui les convertit en acide, c'est plus particulièrement sur le vin que l'on pratique et que l'on a bien observé cette espèce de fermentation. Il y a trois conditions essentielles à une liqueur vineuse pour qu'elle passe à la fermentation acéteuse : il faut d'abord qu'elle soit exposée à une température de 20 à 25 degrés du thermomètre de Réaumur. On sait que les vins renfermés dans des caves dont la température est assez constamment à 10 degrés, se conservent sans altération. Il faut de plus qu'ils soient chargés d'une certaine quantité de mucilage et de tartre. C'est pour cela qu'on ne doit coller les vins qu'au moment de les mettre en bouteilles. On les fait fermenter beaucoup plus vîte, sur-tout ceux qui sont très-généreux, qui donnent beaucoup d'alcool à la distillation, en y ajoutant des mucilages quelconques ; le sucre même en petite dose, mais sur-tout la mélasse, leur servent ainsi de ferment. Il faut en troisième lieu que les vins aient le contact de l'air ; plus même ce contact est multiplié, et plus la fermentation acéteuse s'y établit promptement : très-peu de vin restant dans une bouteille en vidange passe promptement à l'état de vinaigre, à cause du grand volume d'air qui le touche de toutes parts ; et Rozier a trouvé qu'une vessie pleine d'air attachée à la bonde d'un tonneau plein de vin qui tournait à l'aigre, se vidait par l'absorption de l'air qu'elle subissait.

3. Tous les vins sont susceptibles d'éprouver la fermentation acéteuse ; mais quoiqu'on y consacre plus particulièrement ceux de médiocre qualité, les expériences de Beecher, répétées depuis par Carthenser, prouvent que les vins forts qui donnent beaucoup d'alcool à la distillation, fournissent le meilleur vinaigre. C'est ainsi que les vins des environs d'Orléans, qui ont de la qualité, et qui sont assez généreux, donnent un vinaigre très-estimé ; c'est ainsi encore qu'on communique

plus de qualité au vinaigre que l'on fabrique avec de petits vins, en leur ajoutant un peu d'eau-de-vie avant la fermentation. Au reste, quoique cela ait fait penser long-temps aux chimistes que le vinaigre était un *acide spiritueux*, on verra plus bas que cette propriété n'est relative qu'à l'odeur et à la saveur du vinaigre employé dans les usages de la vie, mais nullement à sa nature acide propre, qui est indépendante de la présence ou de la proportion directe de l'alcool qui peut y être uni.

4. Pendant que le vin éprouve la fermentation acéteuse, il y a dans la liqueur un bouillonnement et un sifflement très-sensibles; elle s'échauffe et se trouble; elle offre beaucoup de filamens et de bulles qui la parcourent en tout sens; elle exhale une odeur vive, acide, sans dégager de gaz carbonique, comme cela a lieu dans la fermentation vineuse. Peu à peu ces phénomènes s'appaisent, la chaleur tombe, le mouvement se ralentit, la liqueur devient claire, après avoir déposé un sédiment en flocons rougeâtres glaireux qui s'attachent aux parois des tonneaux. Le vin est ensuite disposé à éprouver, si les circonstances sont favorables, une nouvelle et dernière fermentation qui le dénaturera et le décomposera entièrement; et l'on ne doit pas oublier qu'il y a en effet une telle disposition, que l'on doit prendre des précautions contre le mouvement de décomposition, si l'on veut le conserver.

5. D'après les conditions et les phénomènes indiqués, il n'est pas difficile de convertir le vin en vinaigre; le temps seul opère cette conversion dans des vases mal bouchés et exposés dans un lieu assez chaud. C'est ainsi que, dans beaucoup de ménages, on met dans une salle basse, et toujours à une température qui favorise l'acétification, un baril rempli de vin déja tendant à l'acescence. Quand, après l'y avoir laissé tout-à-fait aigrir après quinze ou vingt jours, on en tire, par un robinet placé vers le bas, une petite portion pour les usages domestiques, on ne fait que remplir le tonneau avec une égale

quantité de vin ; par ce moyen, le vin ajouté passe promptement et successivement à l'état de vinaigre, de manière que ce baril une fois préparé, comme je l'ai dit, suffit pour entretenir le ménage entier sans nouvelle fabrication, puisqu'il ne faut que remplacer par une mesure égale de vin le vinaigre que l'on tire. On voit ici que le vinaigre déja formé sert de ferment au vin que l'on ajoute. Quand on est obligé de recommencer cette opération par une circonstance quelconque, et que l'on veut refaire un baril de vinaigre pour la première fois, on jette dans le vin qu'on y met une peau ou espèce de membrane qu'on retire des barils contenant du vinaigre depuis long-temps, et qu'on nomme *mère de vinaigre*. C'est un dépôt muqueux, concret, dû à la décomposition lente du vinaigre, et qui sert de ferment pour faire naître la fermentation acide dans le vin. Ce fait est si connu, qu'entre des ménages voisins on se prête ainsi la *mère de vinaigre*, comme on se prête du levain pour le pain.

6. Boerhaave a donné, dans ses Élémens de chimie, un procédé très-bon pour fabriquer le vinaigre, et on le pratique encore dans beaucoup d'endroits. On prend deux tonneaux ; on établit, à quelque distance de leur fond, une claie d'osier sur laquelle on étend des branches de vigne et des rafles ; on y verse du vin, dont on remplit l'un entièrement, et l'autre seulement à moitié. La fermentation commence dans ce dernier. Quand elle est bien établie, on remplit ce tonneau avec le vin contenu dans le premier. Par ce moyen, la fermentation se ralentit dans le tonneau rempli, et commence dans celui qui est à moitié vide. Quand elle est parvenue à un degré assez considérable, on remplit de nouveau ce dernier tonneau avec la liqueur de celui qui a fermenté le premier ; de sorte que la fermentation, qui suit la raison inverse des masses, recommence dans celui-ci et se ralentit dans l'autre. On continue à remplir et à vider alternativement les deux tonneaux, jusqu'à ce que le vinaigre soit entièrement formé, ce qui exige ordinairement douze à quinze jours.

§. II.

Des autres procédés par lesquels on obtient de l'acide acéteux.

7. L'acide acéteux a cela de différent du produit de la fermentation vineuse, qu'il peut se former sans cette fermentation, que souvent il est la suite d'altérations ou de changemens indépendans de la fermentation acide. Les procédés de l'acétification ou de la conversion des matières végétales fades, insipides, sucrées, muqueuses, extractives, en véritable acide acéteux sont très-multipliées; et l'on a observé, depuis quinze ans sur-tout, une foule de circonstances diverses où ces matières s'acédifient sans rien éprouver de vraiment semblable à une fermentation.

8. Ces matières fades ou sapides, mais non acides, le deviennent, et passent toutes en partie à l'état d'acide acéteux par l'action spontanée que l'acide sulfurique exerce sur elles. J'ai déja fait observer plusieurs fois que la seule tendance de l'acide sulfurique concentré pour se saturer d'eau était une cause très-active de l'altération qu'il faisait subir aux matières végétales. Cette altération consiste en trois effets distincts, quoique simultanés : d'un côté, elle unit une portion d'hidrogène de ces matières une partie de l'oxigène qui leur appartient également, pour former de l'eau qui sature l'acide; d'un autre, il s'en sépare du carbone qui brunit, noircit même le mélange et se précipite bientôt au fond de l'acide : en même temps une troisième portion de ces matières passe à l'état d'acide acéteux qui reste confondu avec l'acide sulfurique, et qu'on peut en séparer par la distillation; de sorte qu'il n'y a pas de substance végétale traitée à froid par cet acide puissant qui ne donne plus ou moins d'acide acéteux en la soumettant ensuite à l'action du feu.

9. L'acide nitrique, qui a, comme je l'ai fait voir ailleurs, tant de tendance pour détruire les composés végétaux, y forme toujours un peu d'acide acéteux en même temps que les acides muqueux et oxalique, et peut-être même de l'acide malique On a vu que l'alcool lui-même était en partie converti en acide acéteux quand on le traitait par l'acide du nitre. L'acide muriatique opère encore une pareille conversion quand on le laisse long-temps séjourner avec des substances végétales, quoiqu'il soit beaucoup moins puissant que les acides sulfurique nitrique. Mais c'est sur-tout l'acide muriatique oxigéné qui, malgré son peu de dissolubilité, reçu en état de gaz dans des liquides végétaux ou des dissolutions de matières végétales, a la propriété d'en convertir une partie en acide acéteux. C'est ainsi qu'en traitant l'alcool par cet agent on le change beaucoup plus en acide acéteux qu'en éther ; et c'est pour cela que l'éther muriatique est toujours acide et peu abondant.

10. Il n'est pas encore aussi bien prouvé qu'on l'a cru que la plupart des autres acides végétaux soient susceptibles de passer à l'état d'acide acéteux, et que cet acide soit le terme commun de leur acidification. Si l'acide tartareux paraît en effet passer à cet état, ainsi que l'acide malique ; si d'après la présence constante de l'acidule tartareux dans le vin, il peut être regardé comme un ferment qui en sollicite l'acétification, et comme fournissant une matière qui par elle-même s'acétifie : il ne paraît pas qu'on puisse en dire autant de l'acide oxalique, le plus fort et le plus inaltérable des acides végétaux, celui qui résiste à toute altération spontanée, dans les mêmes circonstances où l'acide tartareux et les tartrites se décomposent et se détruisent.

11. On vient de voir qu'il se forme de l'acide acéteux dans des circonstances étrangères à la fermentation, et que sa production n'exige pas nécessairement l'existence d'un mouvement intestin fermentatif ; il y a de même une fermentation

acéteuse, en produisant de l'acide acéteux, sans qu'elle ait été précédée de la fermentation vineuse dont on admettait, d'après Boerhaave, l'existence préliminaire comme indispensable ; de sorte que le nom de vinaigre ne peut plus être appliqué qu'au vin lui-même devenu acide ou aigre, mais qu'il faut y substituer celui d'acide acéteux qui doit présenter une autre idée plus générale que le mot *vinaigre*. Presque tous les végétaux sont susceptibles de passer en effet à la fermentation acide ou acéteuse, de donner par là de véritable acide acéteux sans avoir subi auparavant la fermentation vineuse, sans avoir formé d'abord du vin. C'est ainsi que se comportent les feuilles et les racines, les choux aigris dans l'eau, en *sawer-crout*, si mal à propos nommé *choucroute*, en français ; l'amidon ou la farine délayés dans l'eau et formant l'*eau sure des amidoniers* ; la pâte elle-même qui, lorsqu'on la laisse lever un peu trop fortement, devient aigre et donne un goût sur très-sensible au pain qui en provient.

12. On croyait autrefois que, même dans les cas que je viens de citer, il y avait d'abord une fermentation vineuse, insensible, et que toutes les substances végétales qui s'aigrissaient commençaient par être dans un état vineux : mais on reconnaît manifestement ici l'influence d'un préjugé qui, d'après l'énoncé de Boerhaave, forçait en quelque sorte la nature à se plier aux idées qu'on s'était formées. On ne peut pas admettre une fermentation vineuse dont on n'a nulle preuve et nul indice, dans la sève des arbres au moment où l'on vient de l'extraire, dans les extraits préparés rapidement qui contiennent tous de l'acide acéteux. L'urine de l'homme et celle des animaux n'éprouvent pas assurément une fermentation vineuse, et donnent facilement ce même acide par un changement intestin de leur matière propre : ainsi il faut conclure de là qu'il y a une fermentation acéteuse indépendante et non suite nécessaire de la fermentation vineuse, et une formation d'acide acéteux dans des matières qui ne sont point à l'état vineux.

§. III.

Des propriétés du vinaigre.

13. Le vinaigre, ou l'espèce d'acide acéteux impur qu'on prépare et qu'on emploie le plus communément et qui est fabriqué par la fermentation acéteuse du vin, est un liquide rougeâtre ou jaunâtre que dans ce dernier cas on nomme *vinaigre blanc*, d'une saveur aigre, piquante, assez forte et agréable, d'une odeur légèrement aromatique, et qui retient une portion non décomposée de l'alcool du vin; il pèse de 10.135 à 10.251 l'eau étant 10.000. Il varie beaucoup dans ses propriétés suivant qu'il provient d'un vin plus ou moins alcoolique, coloré, fort et généreux, ou faible et de mauvaise qualité. Je ne parle pas même ici de celui dans lequel on a jeté de l'acide sulfurique ou de l'acide nitrique pour lui donner une acidité plus grande.

14. Cette liqueur usuelle contient, outre l'acide acéteux proprement dit, une certaine quantité de tartre qu'elle ne dépose pas comme le vin, une matière extractive colorante, quelquefois même un peu de mucilage, et souvent de l'acide malique et de l'acide citrique. On y trouve encore du sulfate de potasse et même un peu de sulfate de chaux. On conçoit, au reste, que toutes ces propriétés y varient suivant la nature du vin qui l'a fourni, et qu'ainsi il n'y a pas de vinaigre parfaitement identique. Aussi n'est-ce pas de cet acide que les chimistes examinent ordinairement les combinaisons.

15. Le vinaigre contient ou nourrit une espèce d'animaux microscopiques, qu'on a nommés très-improprement *anguilles*, et qui sont du genre des infusoires. Les naturalistes modernes nomment cette espèce *vibrio aceti*. Il en offre sur-tout une quantité beaucoup plus considérable quand il commence à s'altérer, et il est extrêmement susceptible d'altération. On

le voit se troubler, déposer beaucoup de flocons, prendre une odeur de moisi, former même une masse muqueuse et gluante, semblable à ce que l'on nomme mère de vinaigre. Il est bien reconnu qu'il se décompose beaucoup plus promptement quand on le laisse sur la lie, et voilà pourquoi on le tire à clair immédiatement après qu'on l'a fabriqué. Il paraît qu'une des matières contenues dans le vinaigre qui contribuent le plus à son altération spontanée est le tartre; car les phénomènes qui existent dans cette décomposition sont les mêmes que ceux d'une dissolution de tartre.

16. Quand on expose le vinaigre à la gelée, il n'y en a qu'une portion qui se gèle; la partie gelée n'est presque que de l'eau, et la portion non gelée est du vinaigre plus fort. Si l'on continue cette congélation en augmentant successivement l'intensité de froid à chacune, on obtient très-peu de vinaigre non gelé; il est alors très-fort, moins coloré, moins altérable, et bien plus facile à conserver : on le nomme *vinaigre concentré à la gelée*. C'est un moyen de le conserver; mais il est fort cher, parce qu'il n'en reste que très-peu qui ne gèle point. Schéele a trouvé un procédé beaucoup meilleur pour obtenir cette conservation : il consiste à le faire bouillir pendant quelques instans. Après cette opération, le vinaigre est beaucoup moins altérable et peut être contenu même dans des vases découverts sans se gâter : elle est, comme on voit, très-simple, très-applicable aux usages économiques.

17. On se sert de l'action du feu sur le vinaigre pour en obtenir l'acide acéteux pur. Pour cela on le distille dans une cucurbite de grès recouverte d'un chapiteau de verre, ou dans une cornue de verre placée sur un bain de sable, à laquelle on adapte un récipient. On donne le feu doucement et de manière seulement à faire bouillir légèrement le vinaigre. Il passe d'abord un liquide d'une odeur vive, fragrante, aromatique, dont la première portion est de l'alcool mêlé d'un peu d'acide acéteux; il lui succède bientôt une liqueur

acide très-blanche, d'une odeur aigre forte : c'est-là l'acide acéteux ou le vinaigre distillé. Il devient d'autant plus acide que la distillation avance davantage ; il a moins d'odeur avec plus d'acidité : on peut séparer tous ces produits en changeant de récipient à chacun ; mais on fait rarement cette séparation. On se contente de recueillir par cette distillation environ les deux tiers de la liqueur mise en distillation ; quand on en extrait davantage, le produit a l'odeur d'empyreume. Après avoir donné ce produit, ce qui reste du vinaigre est un liquide épais, d'une couleur rouge foncée et sale ; il dépose une certaine quantité de tartrite acidule de potasse ; il est encore très-aigre : ainsi il contient des acides plus fixes que l'acide acéteux auquel est due l'odeur âcre et empyreumatique que donne le vinaigre brûlé. Cet extrait, traité à la cornue, fournit de l'eau colorée acide, de l'huile brune, un peu d'ammoniaque, et laisse un charbon contenant beaucoup de potasse.

§. IV.

Des propriétés chimiques de l'acide acéteux.

18. J'ai dit que les chimistes n'examinaient point les propriétés du vinaigre dans son état commun ; que pour connaître les caractères de l'acide acéteux, ils se servaient de celui qu'ils extrayaient du vinaigre par la distillation : c'est donc de cet acide pur que je vais examiner ici les combinaisons. L'acide acéteux dans cet état, doué d'une transparence parfaite, d'une odeur assez agréable, d'une saveur aigre piquante, d'une pesanteur sensiblement moindre que celle du vinaigre, puisqu'elle ne va qu'à 10,005, rougissant les couleurs bleues végétales, exposé seul au feu, se volatilise et s'évapore tout entier. Il est plus volatil que décomposable ; il se conserve sans s'altérer dans des vaisseaux fermés ; il n'agit point sur l'hidrogène, le carbone, le phosphore et le

soufre ; il s'unit à l'eau en toutes proportions. On ne connaît pas bien encore la manière dont l'altèrent les acides puissans, quoiqu'on sache que l'acide sulfurique concentré, le carbone et l'acide nitrique le décomposent en eau et en acide carbonique. Il dissout faiblement l'acide boracique, et absorbe l'acide carbonique.

19. L'acide acéteux s'unit à toutes les bases terreuses et alcalines, et les sels qu'il forme sont caractérisés par leur grande dissolubilité, leur décomposition par le feu qui les charbone, l'altérabilité spontanée de leurs dissolutions, leur décomposition par un grand nombre d'acides qui en dégagent l'acide acéteux très-concentré.

Voici les propriétés caractéristiques des principales espèces d'acétites qui ont été examinées jusqu'ici. Leur ordre respectif, fondé sur les attractions de l'acide acéteux, est le même que celui qui a été observé pour un grand nombre de sels fossiles.

A. L'acétite de baryte cristallise en aiguilles ; sa saveur est amère ; il s'effleurit à l'air ; il est bien dissoluble ; il n'est décomposable que par les carbonates alcalins et non par les alcalis ni les terres pures. Il peut servir à reconnaître la présence et la quantité de l'acide sulfurique dans les vinaigres qui seraient sophistiqués par son addition.

B. L'acétite de potasse existe dans beaucoup de sucs végétaux : on a vu que tous les extraits en contiennent ; le citoyen Vauquelin l'a trouvé dans les fumiers et les terreaux : on le rencontre dans les sèves ; on le sépare même de quelques urines de quadrupèdes. On le prépare pour les usages pharmaceutiques : il a long-temps été nommé *terre foliée de tartre*, parce qu'on l'obtenait sous la forme de feuillets non cristallins et secs. La préparation de ce sel, très-employé en médecine, consiste à saturer du carbonate de potasse pur avec de l'acide acéteux dont on ajoute un excès, à filtrer la liqueur, à l'évaporer à un feu doux dans un vaisseau de porcelaine ou d'argent, à terminer l'évaporation quand la liqueur est

devenue épaisse au bain-marie ou sur des cendres chaudes, jusqu'à siccité; on obtient aussi un sel blanc : quand on l'évapore à un très-grand feu, ce sel devient gris ou brunâtre, parce qu'une partie du vinaigre se brûle.

L'acétite de potasse a une saveur piquante, acide et à la fin urineuse et alcaline; le feu le décompose et le charbonne après l'avoir fondu et boursouflé. A la cornue, il donne de l'eau acide, une huile empyreumatique, un peu d'ammoniaque, et beaucoup de gaz hidrogène carboné et de gaz acide carbonique : le charbon qui reste après cette distillation contient la potasse à nu, et souvent il est à l'état pyrophorique.

L'acétite de potasse attire fortement l'humidité de l'air : il est extrêmement dissoluble dans l'eau, et produit du froid en se dissolvant; sa dissolution concentrée donne, quoique difficilement, des cristaux réguliers prismatiques, mais très-peu permanens à cause de leur déliquescence. La même dissolution, un peu plus étendue d'eau, se décompose spontanément dans des vaisseaux fermés; elle dépose des flocons épais muqueux, gris et noirs à la fin, et ne contient plus au bout de quelques mois que du carbonate de potasse souillé par un peu d'huile charbonneuse. Il ressemble par cette propriété au tartrite de potasse.

L'acétite de potasse est décomposable par les acides puissans. Distillé avec l'acide sulfurique concentré il donne un acide acéteux extrêmement âcre, et qu'on a même confondu à cause de son odeur avec l'acide acétique dont je parlerai plus bas. Les acides tartareux et oxalique décomposent aussi l'acétite de potasse, et ils sont plus forts que l'acide acéteux. On verra plus bas que ce sel précipite beaucoup de dissolutions métalliques à l'aide des attractions doubles. Quand on le distille avec l'acide arsenieux ou oxide blanc d'arsenic, il donne un produit volatil, fumant, d'une odeur horriblement fétide, et qui s'enflamme spontanément à l'air en répandant une fumée abondante et une flamme rougeâtre.

C. L'acétite de soude a été très-improprement nommé *terre foliée minérale*, puisque cette dénomination ne devait pas, même dans l'ancienne nomenclature, être donnée à un sel bien cristallisable. On le prépare en saturant du carbonate de soude d'acide acéteux. On évapore la dissolution filtrée jusqu'à légère pellicule, et il se cristallise par le refroidissement des prismes striés, assez semblables à ceux du sulfate de soude déposés rapidement. Ce sel est amer, piquant et mêlé d'une saveur acide d'abord et alcaline ensuite. Il se décompose au feu, comme le précédent, spontanément dans sa dissolution aqueuse. Il n'est pas déliquescent comme lui; il laisse cependant un résidu pyrophorique après la distillation. Il est décomposable par la barite et par la potasse.

D. On connaît encore très-peu l'acétite de strontiane, on sait seulement que cette combinaison a une saveur douce, qu'elle est très-soluble, et qu'elle se décompose facilement à une chaleur forte.

E. L'acide acéteux se combine promptement et facilement avec la chaux; il dissout le carbonate de chaux avec effervescence: quand il en est saturé, et quand on fait évaporer sa dissolution jusqu'à pellicule, elle donne des cristaux en prismes très-fins, en espèces d'aiguilles brillantes et satinées. Ce sel est aigre et amer; il s'effleurit à l'air comme l'acétite de barite; il est décomposé par cette base, ainsi que par les deux alcalis fixes. Les acides puissans en dégagent, comme de tous les autres acétites, l'acide acéteux avec effervescence. Il décompose plusieurs sels par les attractions doubles. On obtient souvent l'acétite de chaux dans les analyses chimiques en traitant les résidus d'eaux minérales et différentes terres ou pierres divisées, par leur fusion avec la potasse à l'aide de l'acide acéteux.

F. L'acide acéteux s'unit promptement à l'ammoniaque: cette combinaison liquide avec un excès d'acide acéteux forme l'*esprit de Mendererus*, qu'on prépare dans les pharmacies; c'est l'acétite ammoniacal. En l'évaporant pour essayer de le faire

cristalliser, il se volatilise tout entier ; aussi quelques chimistes ont-ils proposé de le préparer par la distillation. C'est ainsi qu'on l'extrait des eaux de fumier, de quelques sèves fermentées, et même des urines altérées. On assure cependant en avoir obtenu quelques cristaux aiguillés, d'une saveur chaude piquante et d'une forte déliquescence. Ce sel est décomposé par le feu, par les acides, par les alcalis et par plusieurs bases terreuses : il se détruit spontanément.

G. L'acétite de magnésie est préparé très-facilement par l'union immédiate de l'acide acéteux et du carbonate de magnésie qu'il dissout avec effervescence. Il ne cristallise que très-difficilement, et sa dissolution donne par l'évaporation une masse visqueuse, déliquescente. Par cette propriété on le sépare aisément de l'acétite de chaux avec lequel il est souvent confondu sous forme sèche, dans le produit de l'évaporation des résidus terreux d'eaux minérales traités par l'acide acéteux. Cette masse saline, toujours satinée et brillante, attire l'humidité et se fond à l'air. Tant qu'elle contient de l'acétite de magnésie, on enlève cette partie liquéfiée à mesure ; et quand il n'y a plus de déliquescence, il reste de l'acétite de chaux pur.

L'acétite de magnésie, outre les propriétés génériques des acétites, est de plus décomposable par la barite, les alcalis fixes, la strontiane, la chaux, et en partie par l'ammoniaque.

H. L'acide acéteux dissout bien la glucine. Cette dissolution, suivant le citoyen Vauquelin, ne cristallise point ; elle se réduit par l'évaporation en une substance comme gommeuse, qui devient lentement sèche et cassante ; elle conserve long-temps une sorte de ductilité. Sa saveur est sucrée et assez fortement astringente ; cependant elle laisse distinguer celle du vinaigre.

I. Cet acide ne dissout que très-difficilement l'alumine ; il forme avec elle de petits cristaux aiguillés, mous, sensiblement astringens, qui sont décomposables par toutes les

bases précédentes. On connaît peu encore les propriétés de l'acétite d'alumine.

K. Il en est de même de l'acétite de zircone. On l'a très-peu examiné jusqu'ici : tout ce qu'on en sait, c'est que cette combinaison saline existe, qu'elle est gélatiniforme et décomposable par toutes les bases alcalines et terreuses connues.

20. L'acide acéteux agit sur un grand nombre de substances métalliques, et présente dans sa combinaison avec ces corps des phénomènes plus ou moins importans à connaître, ou des composés plus ou moins utiles.

21. Sans action sur l'arsenic, il ne dissout pas non plus l'acide arsenieux ; mais cet acide, distillé avec partie égale d'acide de potasse, a donné au citoyen Cadet et aux chimistes de l'académie de Dijon une liqueur rouge, fumante, d'une odeur très-infecte, très-tenace, et d'une nature très-singulière. Le citoyen Cadet avait déja observé que cette liqueur était dans le cas d'enflammer le lut gras. Les académiciens de Dijon voulant examiner la matière jaunâtre d'une consistance huileuse, rassemblée au fond du flacon qui contenait la liqueur fumante arsénico-acéteuse, décantèrent une portion de cette liqueur surnageante, et versèrent le reste sur un filtre de papier : à peine eut-il passé quelques gouttes qu'il s'éleva tout-à-coup une fumée infecte très-épaisse qui formait une colonne depuis le vase jusqu'au plafond ; il s'excita sur les bords de la matière une espèce de bouillonnement, et il en partit une belle flamme rose qui dura quelques instans. Cette liqueur, que les chimistes de Dijon comparent à un phosphore liquide, est une espèce de pyrophore comme ceux dont on parlera plus bas. Le résidu de la distillation de l'acétite de potasse avec l'acide arsenieux est formé en grande partie par la potasse.

22. L'acide acéteux dissout le cobalt en oxide, et il forme une dissolution d'un rose pâle, qui ne fournit point de cristaux, mais dont les propriétés ne sont pas connues.

23. Il n'a aucune action sur le bismuth ni sur son oxide, mais il dissout celui de manganèse. On ignore son action sur le titane, l'urane, le tungstène, le molybdène et le chrome.

24. Il dissout directement le nickel, suivant Arwidsson : cette dissolution donne des cristaux verts, figurés en spatule.

25. Cet acide n'agit point sur l'antimoine ; mais il paraît dissoudre l'oxide vitreux de ce métal, puisqu'Angelus Sala faisait une préparation émétique avec ces deux substances.

On ignore son action sur le tellure.

26. Le zinc se dissout très-bien dans l'acide acéteux, ainsi que son oxide. Le citoyen Monnet a obtenu de cette dissolution évaporée des cristaux en lames plates. L'acétite de zinc fulmine sur les charbons, et répand une petite flamme blêuâtre après s'être fondu et boursouflé. Il donne à la distillation une liqueur inflammable, un fluide huileux jaunâtre qui devient bientôt d'un vert foncé, et un sublimé blanc qui brûle à la lumière d'une bougie avec une belle flamme bleue. Le résidu est à l'état d'un pyrophore peu combustible. On voit que le vinaigre doit dissoudre l'étamage fait avec le zinc. Laplanche le médecin a prouvé que l'acétite de zinc n'a rien de dangereux pour l'économie animale.

27. L'acide acéteux ne dissout pas le mercure dans l'état métallique. Cependant on parvient à faire cette combinaison en divisant fortement le métal à l'aide des moussoirs, comme le faisait Keyser. Dans cette opération le mercure s'oxide d'abord en noir, et se dissout ensuite dans l'acide.

On unit facilement le mercure, dans l'état d'oxide, avec l'aide acéteux. Il suffit de faire bouillir cet acide sur l'oxide de mercure rouge, nommé précipité *per se*, sur le turbith, ou sur le mercure précipité de sa dissolution nitrique par la potasse. La liqueur devient blanche, et s'éclaircit lorsqu'elle est bouillante ; on la filtre ; par le refroidissement, elle précipite des cristaux argentés en paillettes ou en lames striées semblables à l'acide boracique. On a donné à cet acétite de

mercure le nom de terre foliée mercurielle. On le prépare sur-le-champ en versant une dissolution nitrique de mercure dans une dissolution d'acétite de potasse ; l'acide nitrique s'unit à l'alcali fixe de ce dernier sel, avec lequel il forme du nitre qui reste en dissolution dans la liqueur ; et l'oxide de mercure, combiné avec l'acide du vinaigre, se précipite d'abord en poudre d'un blanc jaunâtre, ensuite sous la forme de paillettes brillantes, sur-tout quand on évapore la liqueur. On filtre le mélange ; l'acétite de mercure reste sur le filtre. Ce sel se décompose par l'action du feu ; son résidu donne une espèce de pyrophore. Il est facilement altéré par les vapeurs combustibles ; il est âcre et d'un usage peu sûr.

28. L'étain n'est que peu altéré par l'acide acéteux ; cet acide n'en dissout qu'une petite quantité, et cette dissolution évaporée donne, suivant le citoyen Monnet, un enduit jaunâtre semblable à une gomme et d'une odeur fétide.

29. Le plomb est un des métaux sur lesquels l'acide acéteux a le plus d'action. Cet acide en opère l'oxidation et dissout les oxides avec la plus grande facilité. En exposant des lames de ce métal à la vapeur du vinaigre chaud, elles se couvrent d'une poudre blanche, qu'on appelle *céruse*, et qui n'est qu'un oxide de plomb contenant un peu de vinaigre. Cet oxide, broyé avec un tiers de craie, forme le *blanc de plomb*. Pour saturer le vinaigre de tout l'oxide de plomb qu'il peut dissoudre, on verse cet acide sur de la céruse dans un matras ; on met ce mélange en digestion sur un bain de sable ; on filtre la liqueur après plusieurs heures de digestion ; on la fait évaporer jusqu'à pellicule ; elle fournit par le refroidissement et par le repos des cristaux blancs, formant ou des aiguilles informes, si la liqueur a été trop rapprochée, ou des parallélipipèdes aplatis, terminés par deux surfaces disposées en biseau, lorsque l'évaporation a été bien faite. On a nommé cet acétite de plomb *sel* ou *sucre* de *saturne*, à cause de sa saveur sucrée ; cette saveur est en même temps légèrement styptique.

On prépare un sel semblable avec l'oxide de plomb vitreux ou la litharge et le vinaigre ; on fait bouillir, jusqu'à saturation, parties égales de ces deux substances; on évapore jusqu'à consistance de sirop clair ; on a alors l'*extrait de saturne* de Goulard, connu long-temps avant lui sous le nom de vinaigre de saturne.

L'acétite de plomb est décomposé par la chaleur ; il fournit à la distillation une liqueur acide, rousse, très-fétide, fort différente de l'acide acétique dont il sera bientôt question : le résidu de la distillation est un très-bon pyrophore. Ce sel est décomposé par l'eau distillée, par la chaux, les alcalis et les acides radicaux simples, ainsi que plusieurs végétaux qui donnent avec lui des sels indissolubles ; et mêlé d'un peu d'eau-de-vie, il forme l'eau végéto-minérale.

30. L'acide acéteux dissout le fer avec activité ; l'effervescence qui a eu lieu dans cette dissolution est due au dégagement du gaz hidrogène fourni par l'eau qui est décomposée. La liqueur prend une couleur rouge ou brune ; elle ne donne par l'évaporation qu'un magma gélatineux, mêlé de quelques cristaux bruns alongés. L'acétite de fer a une saveur styptique et douceâtre ; il est décomposé par le feu, et laisse dégager son acide ; il attire l'humidité de l'air ; il se décompose dans une grande quantité d'eau distillée. Lorsqu'on le chauffe jusqu'à ce qu'il ne répande plus d'odeur de vinaigre, il laisse un oxide jaunâtre facilement réductible, attirable à l'aimant. La dissolution acéteuse de fer donne une encre très-noire avec la noix de galle, et elle pourrait être employée avec succès dans la teinture ; les prussiates alcalins en précipitent un bleu de Prusse très-éclatant ; les alcalis purs et sur-tout l'ammoniaque en séparent le fer à l'état d'oxide presque noir, et l'on a proposé cette précipitation pour préparer l'*éthiops martial*. Les oxides de fer noir, jaune et brun, le carbonate de fer natif, ou la mine de fer spathique, donnent avec l'acide acéteux des dissolutions d'un très-beau rouge.

31. Le cuivre s'oxide et se dissout avec beaucoup de facilité dans l'acide acéteux : la dissolution de ce métal, aidée par la chaleur, prend peu à peu une couleur verte; mais elle s'opère plus facilement avec ce métal déja altéré et oxidé par le vinaigre. Le cuivre ainsi oxidé est le vert-de-gris ou verdet gris. On le prépare, aux environs de Montpellier, en mettant des lames de ce métal dans des vases de terre avec des rafles de raisin qu'on a d'abord arrosées et fait fermenter avec de la vinasse. La surface de ces lames se couvre bientôt d'une rouille verte, qu'on augmente encore en les mettant en tas, et en les arrosant avec du vinaigre; alors on ratisse le cuivre et on enferme le verdet gris dans des sacs de peau qu'on envoie dans le commerce. Montet, apothicaire à Montpellier, a très-bien décrit cette manipulation dans deux mémoires imprimés parmi ceux de l'Académie des Sciences en 1750 et 1753.

Le citoyen Chaptal a fait connaître à l'Institut les procédés perfectionnés qu'on emploie aujourd'hui pour cette préparation. On a vu qu'on fabriquait autrefois l'acétite de cuivre avec des rafles desséchées qu'on faisait tremper pendant huit jours dans la vinasse, et qu'on faisait ensuite égoutter dans une corbeille; on les portait dans un vase de terre ou *oule;* on y versait quatre litres de vin, et on en imprégnait fortement les rafles, en les maniant avec la main dans cette liqueur; la fermentation et la chaleur une fois tombées, on retirait les rafles et on les arrangeait, couche par couche, avec des lames de cuivre.

Aujourd'hui on prend le marc exprimé du raisin; on l'arrange dans des tonneaux, en le soulevant et l'aérant; on le fait fermenter; on le met, couche par couche, avec des lames de cuivre, dans des pots de terre ou *oules* destinés à cet usage; en dix ou quinze jours les lames sont recouvertes de petits cristaux soyeux : on les place alors de champ sur des bâtons disposés à cet effet dans un coin de l'atelier. Après

trois ou quatre jours de repos on les trempe dans l'eau et on les remet à la même place. On renouvelle cette immersion et ce dessèchement de huit en huit jours, pendant près de deux mois : à ce terme on racle avec un couteau de bois la couche de vert-de-gris qui recouvre les deux surfaces de chaque plaque de cuivre. On voit que tout l'avantage est pour ce second procédé, généralement adopté; au lieu de consommer, comme dans le premier, une grande quantité de vin, on n'en emploie qu'un produit de nulle valeur.

Le verdet gris se dissout avec promptitude dans l'acide acéteux. Cette dissolution, qui est d'une belle couleur bleue verdâtre, fournit par l'évaporation et le refroidissement des cristaux bleus foncés en pyramides quadrangulaires tronquées, auxquels on donne le nom de *verdets* ou celui de *cristaux de Vénus*. Ceux qu'on prépare dans le commerce, et qui portent le nom de verdets distillés, parce qu'on les fabrique avec le vinaigre distillé, sont sous la forme d'une belle pyramide; les cristaux de ce sel offrent cet arrangement, parce qu'ils sont déposés sur un bâton fendu en quatre à son extrémité, et dont les branches ont été écartées par un morceau de liége. Le citoyen Chaptal conseille de le préparer en mêlant une dissolution de sulfate de cuivre à une dissolution d'acétite de plomb; il se précipite un sulfate de plomb, qui peut être employé pour blanc de plomb, et la liqueur surnageante contient de l'acétite de cuivre qu'on en obtient par l'évaporation.

Ce sel a une saveur forte et est très-vénéneux; il est efflorescent, très-dissoluble, décomposable par tous les alcalis. Au feu et par la distillation, il donne son acide dans un état particulier dont il sera question plus bas.

32. L'acide acéteux dissout l'oxide d'argent, l'oxide d'or et de platine, sur-tout par l'action de la chaleur. Ces dissolutions âcres et caustiques sont décomposées par le feu, par les alcalis, par les hidrosulfures et les sulfures hidrogénés. Bergman a remarqué que cette dissolution acéteuse d'or donnait

de l'or fulminant par l'ammoniaque. Cet acide, au reste, n'a pas d'action sur ces trois métaux, les moins oxidables qui soient connus, quoi qu'en aient pu dire les alchimistes.

33. Le vinaigre peut s'unir à beaucoup de matériaux immédiats de végétaux. Il dissout les extraits, les mucilages, les sels essentiels; il touche même un peu aux gommes-résines et aux huiles; on l'associe facilement avec des matières extractives et colorantes végétales, de manière à lui communiquer leur saveur, leur odeur, leurs propriétés médicinales ou agréables. C'est sur cela qu'est fondé l'art de faire des vinaigres médicamenteux, des vinaigres de table et de toilette, des vinaigres aromatiques, par la simple infusion ou par la distillation: la prétention qu'on avait autrefois de former des vinaigres médicinaux très-importans, en faisant fermenter des plantes médicamenteuses avec du vin, est reconnue depuis long-temps pour une erreur.

Le vinaigre dissout très-facilement aussi le glutineux de la farine de froment, et on peut séparer de cette dissolution, même après plusieurs années, par le moyen des alcalis, ce corps avec son élasticité et ses propriétés caractéristiques.

§. V.

Des diverses modifications ou espèces d'acides formées par le vinaigre.

34. On a vu par le détail des propriétés décrites jusqu'ici, que l'acide du vinaigre était susceptible de se trouver dans quelques modifications particulières, et qu'on pouvait le distinguer dans chacune d'elles, sinon comme espèces distinctes, au moins comme variétés méritant une dénomination spéciale et déterminée. C'est ainsi qu'au mot de *vinaigre* on ajoute ceux *concentré par la gelée*, pour distinguer celui qui a été privé d'une partie de son eau par la congélation;

bouilli, pour annoncer cet effet de conservation que quelques minutes d'ébullition y produisent. C'est ainsi encore que l'expression d'*acide acéteux*, *synonyme* de celle de *vinaigre distillé*, le distingue cependant, et caractérise assez sa nature un peu différente, pour ne laisser aucun sujet de confusion entre eux.

35. Sans doute des observations nouvelles et faites avec beaucoup de soin, feront quelque jour regarder comme une variété particulière de cet acide celui qu'on obtient par la distillation des acétites terreux ou alcalins, et celui qui se dégage par le feu de l'acétite de plomb. Mais celle de toutes les modifications de cet acide qui a été jusqu'ici le plus soigneusement distinguée, qu'on a le plus étudiée, et qui a présenté en effet les différences les plus prononcées et les plus remarquables aux observateurs, c'est le produit de la décomposition de l'acétite de cuivre cristallisé par l'action du feu.

36. Lorsqu'on distille ce sel réduit en poudre, dans une cornue de verre ou de terre avec un récipient, on obtient un fluide d'abord blanc et peu acide, mais qui acquiert bientôt une acidité considérable, et telle qu'il semble égaler la concentration des acides minéraux. On change de récipient pour avoir à part ces deux produits : on a donné au dernier le nom de vinaigre radical ou vinaigre de Vénus. Cet acide est coloré en vert par une certaine quantité d'oxide de cuivre qu'il entraîne dans sa distillation. Lorsqu'il ne passe plus rien et que la cornue est rouge, le résidu qu'elle contient est sous la forme d'une poussière brune de la couleur de cuivre, et qui donne souvent aux parois du vaisseau le brillant de ce métal. Le résidu est fortement pyrophorique ; il contient peu d'oxide et un peu de charbon.

On rectifie le vinaigre de Vénus en le distillant à une chaleur douce ; alors il est parfaitement blanc, pour peu qu'on ne pousse pas trop le feu vers la fin de l'opération, et qu'on

ne dessèche pas trop la portion d'oxide de cuivre qui reste dans la cornue.

37. La réduction du cuivre, observée dans cette expérience, éclaire sur la nature du vinaigre radical ; on a d'abord remarqué que cet acide était au vinaigre ordinaire ce qu'est l'acide muriatique oxigéné à l'acide muriatique pur, ou plutôt ce que l'acide sulfurique est à l'acide sulfureux, et ce que l'acide nitrique est à l'acide nitreux. Dans cette opération, l'acide acéteux paraissait s'unir à l'oxigène de l'oxide de cuivre, qui passait en même temps à l'état métallique. Les effet produits par le vinaigre radical, assez différens de ceux qui sont occasionnés par le vinaigre ordinaire, semblaient donc dus à l'excès d'oxigène dont cet acide s'était emparé. Telle était la théorie adoptée par le citoyen Berthollet ; et c'était pour cela que, suivant les règles de nomenclature tant de fois exposées dans cet ouvrage, on avait nommé acétique cet acide.

Mais le citoyen Perès, pharmacien, a commencé le premier à élever publiquement des doutes sur cette nature comparée de l'acide acétique, et à énoncer, soit d'après plusieurs faits déja connus et rapprochés plus exactement, soit d'après quelques essais qui lui étaient particuliers, que la seule différence qui existât entre cet acide et l'acide acéteux pourrait bien consister dans la proportion du carbone, moindre dans le premier et plus forte dans le dernier.

Le citoyen Adet a, à la fin de l'an 6, lu, à l'Institut, sur la différence de ces deux acides, un mémoire où il a décrit plusieurs expériences nouvelles, soit sur la distillation et les produits de l'acétite de cuivre, soit sur le traitement de l'acide acéteux par l'oxide de manganèse, soit sur les combinaisons comparées de l'acide acétique et de l'acide acéteux. Après avoir fait voir qu'il se forme de l'eau et de l'acide carbonique, et qu'il y a du carbone mis à nu pendant la distillation de l'acétite de cuivre ; que l'acide acéteux distillé sur

de l'oxide de manganèse ne s'oxigène jamais ; que l'acide acétique, uni aux oxides métalliques, ne se comporte pas différemment que l'acide acéteux ; que l'acide nitrique n'attaque pas plus les métaux que l'acide acéteux ; que les sels formés par l'un et l'autre avec les bases terreuses et alcalines, n'offrent que de légères différences, il a cru pouvoir conclure de son travail : 1°. que l'acide du vinaigre n'absorbait point d'oxigène dans sa combinaison avec l'oxide de cuivre, et ne se présentait pas dans deux états différens ; 2°. qu'il était constamment au plus haut degré d'oxigénation, et toujours en état d'acide acétique, même dans celui de vinaigre distillé, nommé jusque-là acide acéteux ; 3°. qu'il n'existait pas d'acide acéteux proprement dit, à moins qu'on ne voulût nommer ainsi les acides tartareux et malique qui, par une addition d'oxigène, devenaient acide acétique ; 4°. qu'il n'existait que des acétates et non des acétites ; 5°. enfin, que la différence entre ce qu'on avait nommé jusque-là acide *acéteux* et acide *acétique* ne lui paraissait dépendre que de l'état concentré du premier, et de sa quantité d'eau beaucoup moindre que celle du second.

38. Mais cette conclusion du citoyen Adet paraît être véritablement un peu forcée, et non contenue avec la précision énoncée dans les expériences qui la précèdent. En effet on ne peut s'empêcher de reconnaître des différences entre les deux acides énoncés par les expériences du citoyen Adet lui-même, sur-tout dans les combinaisons ; différences dont ce chimiste avait annoncé qu'il s'occuperait de chercher la raison.

Le citoyen Chaptal s'est occupé de cet objet en dernier lieu ; et un mois environ après la publication du travail du citoyen Adet, il a communiqué à la Société Philomathique des observations et des expériences d'où il a cru devoir tirer des résultats un peu différens de ceux du citoyen Adet. Des acides acéteux et acétique amenés d'abord au même degré de pe-

saveur et de concentration au moyen de l'eau, lui ont présenté des odeurs et des saveurs bien différentes : l'acétite, bien plus âcre, a fait un sel bien cristallisé avec l'oxide de cuivre; l'acéteux s'est à peine coloré en vert bleuâtre, et n'a offert qu'une croûte saline ; celui-ci a exigé un sixième de moins de potasse pour être saturé que l'acétique. En distillant tous les deux avec un quart de leur poids d'acide sulfurique, le mélange de l'acide acéteux s'est coloré en rouge foncé, celui de l'acétique en jaune paille; l'acéteux, en laissant du charbon dans la cornue, s'est rapproché de l'acétique ; l'acétite et l'acétate de potasse, tous deux évaporés à siccité et distillés également à un feu gradué jusqu'à les décomposer complétement, ont laissé le premier le treizième, et le second le dix-septième de son poids. En distillant de l'acétite de cuivre, une portion du carbone de l'acide acéteux se porte sur l'oxigène de l'oxide de cuivre et s'échappe en acide carbonique; une autre reste en nature avec le cuivre : ainsi l'acide acéteux passe à l'état acétique en perdant une partie de son carbone qu'en séparent les acides ou les oxides métalliques.

Le citoyen Chaptal conclut de ces expériences que l'acide acéteux et l'acide acétique diffèrent réellement entre eux, en ce que le premier contient plus de carbone que de soude, que l'acide acéteux ne devient acétique qu'en se décarbonant ; que la modification ne dépend que de la soustraction du carbone ou de la diminution du radical, et non pas de l'addition de l'oxigène, ou de l'augmentation de l'acidifiant, comme cela a lieu dans les acides à radicaux simples.

Il faut en effet remarquer ici que le radical binaire hidrocarboné de cet acide doit éprouver un changement quand la proportion du carbone y est diminuée ; qu'il ne contient plus réellement ensuite le même radical; qu'ainsi il n'est plus possible de le faire désormais repasser à l'état d'acide acéteux; mais que néanmoins on peut toujours considérer l'acide ainsi décarboné comme un acide plus oxigéné que

l'acéteux, puisque la proportion de l'acidifiant y est en effet augmentée par la diminution de celle du carbone, et qu'ainsi le nom d'acide acétique doit lui être conservé. Continuons à décrire les propriétés qui le distinguent.

39. L'acide acétique bien rectifié est d'une odeur si vive et si pénétrante, qu'il est impossible de la soutenir quelque temps ; il a une telle causticité, qu'appliqué sur la peau il la ronge et la cautérise ; il est extrêmement volatil et même inflammable ; chauffé avec le contact de l'air, il s'enflamme et brûle d'autant plus rapidement qu'il est plus sec et plus rectifié. Cette expérience a porté les chimistes à croire que les produits du vinaigre contenaient de l'alcool, et semblaient être une sorte d'éther naturel. Cette idée s'accorde avec l'odeur pénétrante et agréable que répandent les premières portions de cet acide distillé. L'acide acétique s'évapore en entier à l'air ; il s'unit à l'eau avec beaucoup de chaleur ; il forme avec les terres, les alcalis et les métaux des sels différens de ceux du vinaigre ordinaire ; nous les nommons acétates de potasse, de soude, de zinc, de mercure. Lassone a fait voir que l'acétate ammoniacal est différent de l'acétite ammoniacal ou esprit de Mendererus : quoique nous n'ayons point encore une connaissance suffisante de tous les acétates, leur forme, leur saveur, leur dissolubilité annoncent assez qu'ils sont réellement différens des acétites.

Courtanvaux a prouvé qu'il n'y avait que la dernière portion d'acide acétique obtenue dans la distillation de l'acétite de cuivre ou verdet qui fût inflammable, et qu'elle jouissait aussi de la propriété de se congeler par le froid. Dans les expériences de ce chimiste, la dernière portion rectifiée de l'acide s'est cristallisée dans le récipient en grandes lames et en aiguilles, et elle n'est devenue fluide qu'à treize et quatorze degrés au-dessus du terme de la glace. Cette propriété semble montrer une analogie entre l'acide acétique et l'acide muriatique oxigéné.

40. L'acide acétique diffère sur-tout de l'acéteux par sa propriété de décomposer l'alcool et de former de l'éther, il ne faut cependant pas la comparer à l'action des acides puissans. C'est au citoyen Lauraguais qu'on doit la découverte de l'éther acétique. Il suffit pour l'obtenir de verser dans une cornue de l'acide acétique bien rectifié sur partie égale d'alcool. Il s'excite une chaleur considérable. On met la cornue sur un bain de sable chaud, on y adapte deux récipiens, dont le dernier plonge dans l'eau froide ou dans la glace pilée; on fait bouillir promptement le mélange. Il passe d'abord un alcool déphlegmé, ensuite de l'éther, et enfin un acide qui devient d'autant plus fort, que la distillation avance davantage; il reste dans la cornue une masse brune assez semblable à une résine. On a soin de changer le récipient, dès que l'odeur éthérée devient âcre et piquante, et on recueille l'acide à part. On rectifie l'éther acétique à une chaleur douce avec de la potasse; il s'en perd beaucoup dans cette seconde opération.

Schéele dit n'avoir pu réussir à préparer l'éther acétique par le vinaigre radical uni à l'alcool, et ne l'avoir obtenu qu'en ajoutant un acide minéral. M. Pœrner avait déja fait la même remarque sur la difficulté d'obtenir l'éther acétique par le procédé du citoyen Lauraguais. Cependant beaucoup de chimistes français ont exécuté ce procédé, et je puis assurer l'avoir répété moi-même avec succès, mais à la vérité je n'ai obtenu qu'une très-petite quantité d'éther, en comparaison de celui que forment les acides puissans.

Le citoyen Laplanche, pharmacien à Paris, prépare l'éther acétique en versant de l'acide sulfurique concentré et de l'alcool sur l'acétite de plomb introduit dans une cornue. La théorie et la pratique de cette opération sont absolument les mêmes que celles des éthers nitrique et muriatique préparés par un procédé analogue.

L'éther acétique a une odeur agréable comme tous les

autres, on y distingue cependant l'odeur de l'acide acétique. Il est très-volatil et très-inflammable ; il brûle avec une flamme vive et laisse une trace charbonneuse après sa combustion.

41. On n'a point encore apprécié l'action qu'exerce l'acide acétique sur les matériaux immédiats des végétaux, comparativement à celle de l'acide acéteux ; s'il a quelques effets différens, c'est sans doute à son action et à son énergie qu'il les doit : on ne l'a encore employé à aucune préparation pharmaceutique ou industrielle, de sorte qu'on ignore absolument s'il se distingue dans ce mode d'action.

§. VI.

Des usages de l'acide acéteux.

42. Tout le monde sait combien le vinaigre commun est généralement employé dans les usages de la vie, et combien de services importans il rend dans la société ; c'est l'assaisonnement le plus fréquent et le plus utile dont on puisse se servir ; on l'unit et on le mêle à tous les mets, dont il couvre la fadeur et dont il relève le goût. Il y a peu d'hommes à qui il ne soit pas agréable. On le boit mêlé avec l'eau et souvent combiné avec le sucre ou le miel. Les Romains faisaient prendre à leurs soldats de l'eau vinaigrée, *posca*, et on attribue à cet usage la santé soutenue de leurs armées. Malgré l'avantage du vinaigre et la généralité de son emploi comme assaisonnement, l'abus ou l'excès en est nuisible : il dérange l'estomac, en diminue la force, dissout et ramollit le tissu organique, produit l'amaigrissement. On l'emploie comme préservatif dans les maladies pestilentielles. Il sert aussi à conserver les fruits, quelques feuilles et plusieurs substances alimentaires qu'on y laisse macérer plus ou moins long-temps.

43. Les médecins ont beaucoup multiplié les usages du

vinaigre comme médicament; il est rafraîchissant, tempérant, antiseptique, antibilieux. On en fait un sirop très-agréable; on le combine avec le miel; on ajoute à cette préparation, nommée *oximel*, la scille et même le colchique, pour la rendre diurétique, apéritive, incisive. Le vinaigre commun est l'excipient de beaucoup de médicamens; on fait infuser ou macérer un grand nombre de plantes diverses pour préparer le vinaigre scillitique, colchique, le vinaigre aromatique, amer, antiscorbutique, le vinaigre thériacal, celui des quatre-voleurs. On le distille avec des plantes très-aromatiques pour obtenir les vinaigres odorans, destinés sur-tout à la toilette. On connaît les diverses préparations usuelles et destinées à la table que l'on fait par l'infusion du vinaigre; savoir, spécialement le vinaigre surard, le vinaigre rosat, le vinaigre à l'estragon, à l'ail, et toutes les variétés qu'on a imaginées pour multiplier les saveurs, les odeurs de ce liquide.

44. L'acide acéteux ou vinaigre distillé est employé à un grand nombre de combinaisons pharmaceutiques: tels sont l'acétite de potasse et de soude qu'on administre comme fondans à la dose de quelques grammes; l'acétite d'ammoniaque qu'on donne comme cordial, sous le nom d'*esprit de Mendererus;* l'acétite de mercure qu'on nommait *terre foliée mercurielle*, et qui faisait la base du remède de Keyser dans les maladies vénériennes; l'acétite de plomb, qu'on prescrit souvent à l'extérieur dans les médicamens nommés *extrait de Saturne*, *sel* ou vinaigre de *Saturne*, *eau végéto-minérale*, *cérat de Saturne*, mais qu'on ne doit employer qu'avec beaucoup de réserve et de prudence. Les médecins seuls les plus habiles et les plus sages ont le droit d'administrer de pareils composés, qui peuvent faire beaucoup de mal entre les mains d'hommes, qui en ignorent les effets; à plus forte raison faut-il craindre l'emploi de la céruse, du verdet gris, de l'acétite de cuivre cristallisé: ces matières n'entrent guère que dans quelques préparations externes emplastiques.

45. Ces oxides et ces sels métalliques préparés avec le plomb, le cuivre, au moyen du vinaigre, servent à un très-grand nombre d'usages dans les arts; la peinture sur-tout en fait une grande consommation. Il ne faut pas oublier qu'en les faisant servir à ces arts on s'expose à des dangers et à des empoisonnemens très-graves, si l'on n'y porte pas une grande attention.

46. L'acide acétique est en usage comme un irritant et un stimulant très-actif. On le fait respirer aux individus qui tombent en faiblesse; on en verse ordinairement une petite quantité sur du sulfate de potasse en poudre grossière, placé dans un un flacon bouché : on nomme très-improprement cette préparation *sel de vinaigre*.

On commence à se servir de l'éther acétique. Le citoyen Sedillot jeune dit l'avoir employé avec un grand succès pour les frictions et même à l'intérieur, dans les douleurs et les attaques de rhumatismes.

Aucune des autres combinaisons de l'acide acétique n'est encore ni connue ni employée dans les arts.

ARTICLE VI.

De la fermentation panaire et colorante.

1. J'ai dit, en parlant de la distinction des différentes espèces de fermentation, que la fermentation que je nomme *colorante* tenait le milieu entre la fermentation acide et la putride, et qu'il était nécessaire de l'étudier avec celles-ci; j'y ajoute la fermentation panaire, parce qu'il serait peu utile d'en faire un sujet d'article particulier, et parce qu'elle tient également le milieu entre l'acide et la putride. D'ailleurs, quoiqu'on voie bien

que l'un et l'autre de ces mouvemens spontanés sont réellement placés entre ces deux fermentations, ils sont encore trop peu connus, trop peu étudiés, pour en traiter à part et pour mériter chacun un article isolé.

2. Il ne faut qu'une simple et facile observation sur de la pâte de farine de froment exposée à une température de quinze à dix-huit degrés, après avoir été mêlée d'une certaine proportion de levure ou de pâte déja fermentée, pour s'assurer qu'elle éprouve en effet une véritable fermentation. Cette pâte se soulève, se boursoufle, augmente de volume, se dilate intérieurement, s'écarte dans quelques points, se remplit de cavités ou d'yeux, produit manifeste d'un fluide élastique dégagé. On remarque qu'en même temps elle s'échauffe, elle change de couleur, elle ne conserve point la consistance visqueuse et collante, prend une odeur un peu piquante et une saveur toute différente de l'espèce de fadeur qu'elle avait avant ce mouvement. A ces signes, il est difficile de ne pas reconnaître une véritable fermentation.

3. On a essayé de déterminer en quoi consistait ce mouvement fermentatif de la pâte de froment, et d'expliquer qu'il n'était point une fermentation particulière, mais seulement un ensemble des trois fermentations simultanées bornant réciproquement leurs effets au commencement de chacune d'elles. Dans cette opinion, le corps féculent de la farine tend à s'aigrir, tandis que le corps muqueux sucré s'alcoolise, et le glutineux se pourrit. De ces trois mouvemens coïncidens et s'opposant cependant de mutuelles entraves, naît la fermentation mixte qui donne naissance à la pâte soulevée, et qui forme le pain léger, délicat, sapide, facile à digérer.

4. Mais cette manière de voir n'est pas appuyée de preuves bien solides encore. Il n'y a point assez de matière sucrée et elle n'est point assez libre dans la farine pour produire le plus léger mouvement de fermentation vineuse; la fécule n'est ni assez dégagée ni assez échauffée pour passer à l'acétification dans les momens rapides pendant lesquels la pâte est à lever. Reste

la matière glutineuse plus abondante, plus délayée, plus soulevée par l'eau qu'elle a absorbée; beaucoup plus disposée que les autres composans de la farine à éprouver un mouvement intestin qui en divise, en écarte et en raréfie la masse; qui la sépare si facilement en feuillets par sa simple disposition; qui la remplit et la creuse de cavités si connues dans le pain bien levé et bien cuit; qui tend promptement à la décomposer complétement, presqu'à la manière des substances animales. Quoiqu'il soit certain qu'elle passe par un état acide lorsqu'on la laisse aller au-delà du simple soulèvement que doit avoir le pain, il ne l'est pas moins qu'elle tend aussi facilement à se pourrir.

5. On peut donc, sans avoir recours à la simultanéité de trois fermentations, en admettre une dans le glutineux de la farine, laquelle fermentation n'est ni une acétification, ni une formation de vin, ni une putréfication, mais bien plutôt un commencement de décomposition putride, qui ne fait que diviser la masse, en diminuer, en annuller même la viscosité, en dégager quelques bulles de fluides élastiques, en modifier la saveur, l'odeur, en un mot en changer d'une manière très-remarquable les propriétés. Sans doute ce n'est pas une fermentation accomplie, car ce serait une putréfaction; ce n'est qu'un premier temps de fermentation que l'art arrête après l'avoir provoquée, après l'avoir amenée au point de communiquer à la pâte l'atténuation, la légéreté dont elle avait besoin pour faire du bon pain : voilà pourquoi on l'a désignée par le nom de *fermentation panaire;* elle est loin d'être terminée : à peine a-t-elle commencé à s'emparer de la pâte, à peine celle-ci a-t-elle commencé à se lever, qu'on se hâte d'en arrêter le cours par la cuisson, à laquelle on soumet la masse pour lui donner la saveur et les belles propriétés panaires.

6. Il en est de même de la fermentation colorante poussée seulement un peu plus loin dans les procédés de l'art que celle à laquelle on livre la pâte panifiable. Ce n'est encore,

comme celle-ci, qu'une véritable décomposition plus ou moins avancée vers la putréfaction, un commencement de résolution qui tend à détruire complétement la matière végétale. Il n'est personne qui n'ait observé que, dans le cours de cette décomposition putride, les substances végétales qui l'éprouvent prennent en général une couleur plus ou moins marquée : c'est ainsi que les fruits se foncent et brunissent, que les champignons noircissent, les mucilages jaunissent et rougissent ; les feuilles plongées dans l'eau semblent se foncer d'abord dans leur vert, et marchent ensuite vers une *brunîture* qui se rapproche du noir. Ainsi les sels végétaux les plus blancs, les tartrites et les acétites montrent, dans leurs dissolutions transparentes, des flocons ou lambeaux fauves, bruns et noirâtres, produits muciformes de leur lente altération, qui finissent par déposer des molécules charbonneuses.

7. Cette notion assez exacte, quoique bien générale, doit être appliquée à ce qui se passe dans la préparation de plusieurs matières colorantes tirées de substances végétales qu'on fait fermenter dans la fermentation du pastel ou voëde et de l'indigo. Ce phénomène est assez exactement prouvé : la brillante coloration en bleu, la formation de la plus belle, de la plus solide, de la plus précieuse couleur que la teinture possède, est le produit d'une véritable fermentation ; et puisque la plante seule plongée dans l'eau éprouve, pour prendre cette nuance, un mouvement intestin dont l'augmentation de volume et de température, la naissance d'une écume et d'un bruit assez considérable, le dégagement d'un fluide élastique mélangé d'acide carbonique et de gaz hidrogène carboné assez abondant, sont des signes indubitables : on ne peut s'empêcher de reconnaître cette fermentation comme la véritable source de la matière colorante formée, puisque celle-ci ne se présente qu'avec les signes bien certains de l'autre.

8. Mais est-il bien vrai, comme l'ont vu et indiqué quelques modernes, que cette coloration soit une fermentation parti-

culière, qu'elle mérite d'être soigneusement distinguée de toutes les autres, et désignée même par un nom spécial, comme je l'ai présentée dans cet article, pour frapper l'attention de ceux qui veulent étudier avec soin la chimie végétale? je ne pense pas que, dans l'état actuel de nos connaissances, on puisse adopter une pareille opinion : sans doute à raison du produit particulier aussi remarquable qu'utile que l'on obtient, on peut, en n'attachant que cette idée à la dénomination, adopter celle de fermentation colorante ; mais on ne doit pas vouloir exprimer par là que c'est un mouvement différent de tous ceux que l'on connaît ; on ne doit y trouver énoncée que la particularité du produit.

9. Les fermentations panaire et colorante ne sont donc dans leur véritable essence que des commencemens de décomposition spontanée qui se termineraient promptement par la putréfaction et la dissolution complète des matières végétales, si on ne les arrêtait pas à une certaine époque, en soumettant le produit de la première à une cuisson qui en fait du pain, et en enlevant la fécule divisée et bleue de l'autre, du milieu du liquide où elle marchait vers la putréfaction, pour la faire dessécher avec rapidité : dans la première, la pâte est voisine de l'aigreur, quand on la cuit ; dans la seconde, il s'est déja formé aux dépens de la plante une quantité considérable d'acide carbonique et d'ammoniaque : si l'une et l'autre de cette production continuaient, une dissolution complète des élémens du végétal en serait la suite ; arrêtée à temps, cette décomposition montre une matière déja très-charbonnée, dont le carbone fait le principe excédant, et dont il rend la durée, comme substance colorante, si permanente, et l'altérabilité si difficile.

ARTICLE VII.

De la fermentation putride.

1. La putréfaction est le dernier genre de fermentation que j'ai distingué, et c'est en effet elle qui termine toutes les autres, et qui opère la décomposition complète du végétal. Aucune partie des plantes n'est exempte de ce mouvement, et cependant on peut l'écarter de presque toutes, lorsqu'on les prive d'eau, du contact de l'air et de la chaleur. Quelques chimistes anciens, et en particulier Beccher, avaient établi une sorte de comparaison entre la putréfaction et la combustion ; et cette idée, quoique difficile à bien prouver dans des temps reculés, avait cependant son fondement dans une observation bien faite ; elle a été confirmée de nos jours.

2. Pour que la putréfaction s'établisse dans les végétaux, il est plusieurs conditions nécessaires. Leur tissu doit être relâché par de l'eau ; toutes les matières végétales sèches se conservent sans aucune altération ; toutes celles au contraire qui sont suffisamment humectées se pourrissent. Cela arrive aux bois les plus durs, aux cordes les plus sèches, aux tiges les plus coriaces. Le contact de l'air contribue beaucoup à l'établissement et à l'entretien de ce mouvement : on cite un grand nombre de faits sur des fleurs, des fruits conservés verts et sains dans le vide, dans des lieux très-bien bouchés et à l'abri de tout contact avec l'air ; il n'est pas nécessaire d'une forte température pour entretenir la putrefaction végétale. Dix à quinze degrés lui suffisent ; cependant une plus forte chaleur n'y nuit pas et l'accélère ; il ne faut pas toutefois qu'elle soit assez vive pour opérer un desséchement conservateur. L'exsiccation produite dans un four est le procédé le plus antiseptique que l'on connaisse pour les matières végétales, quelles qu'elles soient. Les masses des végétaux entassés mais non comprimés favorisent singulièrement cette analyse spontanée.

3. Toutes les conditions de la putréfaction étant réunies, cette décomposition s'annonce par un changement de couleur et de consistance dans les parties des plantes; leur tissu se relâche et s'amollit; leurs lames, leurs fibres, s'écartent, se soulèvent; leurs parties molles et liquides se boursouflent, se couvrent d'écume; des fluides élastiques les distendent, les traversent et s'en échappent; leur température s'élève et va quelquefois jusqu'à l'inflammation. Les gaz dégagés et accompagnés d'une odeur d'abord peu désagréable, ensuite de moisi, de rancì, puis fade, fétide, légèrement ammoniacale, sont composés de gaz hidrogène carboné, de gaz acide carbonique et de gaz azote : ces phénomènes diminuent et s'affaiblissent peu à peu, après avoir duré un temps plus ou moins long, suivant la consistance du végétal; il a perdu beaucoup de sa masse en matière évaporée; il n'en reste qu'un résidu plus ou moins abondant, noirâtre et contenant les matériaux les plus fixes qui entraient dans sa composition; savoir, les terres, les acides qui les saturent, et partie du carbone qui la constituait.

4. On reconnaît bien manifestement dans les conditions, dans les phénomènes, comme dans les produits de la fermentation putride des végétaux, l'influence des attractions multipliées qu'exercent les uns sur les autres les matériaux qui entrent dans la composition de leur tissu. L'hidrogène s'unit en particulier à l'oxigène, se volatilise en eau ou se dégage en gaz, en entraînant avec lui une portion du carbone; une troisième partie de ce principe s'unit à l'azote dans les plantes qui en contiennent, et constitue l'ammoniaque; une quatrième et dernière partie reste encore dans le résidu qu'elle colore et rend encore odorant. Le carbone se joint en partie à l'hidrogène dégagé, à l'oxigène qui le brûle et l'emporte en acide, et reste en partie dans le résidu; l'oxigène se sépare avec l'un et l'autre des deux principes précédens auxquels il s'unit pour faire des combinaisons binaires.

5. Parmi les résultats fixes, les résidus que donnent la décomposition putride des végétaux, il faut spécialement distinguer comme objets utiles le chanvre et les plantes textiles rouies, le bois pourri, le fumier et le terreau.

§. I.

Du rouissage du chanvre, du lin, du spart, du genêt, etc.

6. On connaît cet effet qu'exerce sur les fibres collées et et réunies des tiges demi-ligneuses des plantes textiles et spécialement du chanvre, du lin, du spart, du genêt, l'action successive de l'eau et de l'air dans lesquels on tient ces tiges alternativement plongées : on nomme l'opération *rouissage*, et *routoirs* ou *rotoirs* les lieux dans lesquels on la pratique : c'est sur les bords des ruisseaux, des petites rivières, de quelques étangs et au sein même de l'eau qu'on enfonce ces plantes, et qu'on les tient assujetties pendant quelques jours avec des pierres. Le gluten muqueux et extractif qui tenait les fibres adhérentes est dissous et décomposé ; l'écorce se sépare facilement du tissu ligneux intérieur ; les couches corticales et leurs filets s'isolent facilement.

7. L'expérience prouve que l'eau courante est bien préférable à l'eau stagnante, quoique le préjugé persuade le contraire à beaucoup d'habitans des campagnes ; une ébullition dans de l'eau légèrement alcaline peut remplacer le rouissage, qui, comme on le pratique le plus souvent, est accompagné d'une fétidité insupportable et d'une véritable décomposition putride. C'est pour ce dernier fait bien connu que j'énonce le chanvre et en général toute tige végétale rouie, comme une sorte de squelette fibreux débarrassé par une altération putride de tout ce qui l'entourait. On arrête à temps cette décomposition, qui attaquerait le tissu fibreux même, si on le laissait durer

plus long-temps, et qui le rendrait cassant : c'est ce qui arrive dans un rouissage trop prolongé.

8. C'est avec ces fibres flexibles et solides qu'on fabrique ces tissus délicats et légers inconnus aux anciens, avec lesquels les peuples policés forment leur vêtement immédiat sur la peau. Le linge a, comme on sait, une consistance et une durabilité assez considérables. Cependant, en le déchirant et en le broyant après l'avoir laissé macérer et à demi-pourrir dans l'eau, on en forme cette pâte si ingénieusement imaginée, qui se délaie et se suspend dans l'eau chaude, et qui se précipite en une couche légère sur les cribles très-fins qu'on enfonce dans cette eau, de sorte à former par cette précipitation la feuille de papier qu'on laisse sécher, et qu'on recouvre d'une colle végétale ou animale pour pouvoir écrire ensuite dessus sans que l'encre la pénètre.

§. II.

Du bois pourri.

9. Le bois mort, altéré sur la terre de différentes manières, et connu sous la dénomination de *bois pourri*, est un des plus singuliers résultats de la décomposition putride des végétaux. Les pétioles des feuilles, les pédunculles ligneux des fleurs et des fruits, les branchages minces, les tiges légères des plantes frutescentes ou des herbes desséchées qui ont pris un caractère de bois par l'exsiccation, se détériorent, s'altèrent, se décomposent, lorsque, couchés sur la terre et entassés avec les feuilles sur des mousses, dans des creux où l'eau se rassemble, plus ou moins couverts, ou pénétrés de ce liquide, et en même temps du contact de l'air, on les voit brunir, noircir, se fendiller, perdre leurs couches corticales par petits feuillets ou filamens, et offrir au-dessous un tissu jaunâtre, brunâtre ou blanc molasse, sans consistance, d'une odeur de moisi, et dans un état de décomposition qu'on nomme *pourri*.

10. On voit des morceaux de bois solides, des poutres, des planches entières, éprouver en quelques années cet état, lorsqu'elles sont exposées à l'air humide ou dans des lieux bas où l'évaporation de l'eau n'a pas lieu naturellement. C'est ainsi que les bois de barrière dans les forêts et dans les cours peu aérées sur-tout, les bois carrés et les planches employés dans les caves, les parquets et les cloisons pratiqués dans les salles basses, dont l'air ne se renouvelle que peu et reste constamment chargé d'humidité, deviennent mous, se feuillent, exhalent l'odeur de moisi, perdent toute leur solidité, et finissent par se diviser en feuillets et filamens blancs, plians dans les temps humides, ou en poussière dans les temps secs.

11. Quoiqu'on n'ait point encore décrit ni observé peut-être avec assez de soin tous les phénomènes qui ont lieu et qui se succèdent dans cette destruction spontanée du bois, on en a au moins reconnu et énoncé quelques-uns qu'il est nécessaire de consigner ici. On sait, par exemple, que le bois est phosphorique, ou assez fortement lumineux pendant le cours et presqu'à la fin de cette putréfaction lente, pour offrir des spectacles singuliers dans les bois et dans les campagnes. On sait qu'il répand constamment une odeur qu'on retrouve dans la classe des agarics et des bolets, dont la production semble être souvent la suite de cette putréfaction; on sait que les matières muqueuses, extractives, féculentes, huileuses, qui font partie de la composition végétale, se détruisent peu à peu, et s'échappent du corps ligneux pendant cette décomposition, et qu'on ne les retrouve plus, ou au moins qu'on ne les retrouve ensuite que dans un état fort altéré, peu déterminé encore, et qui mérite un nouvel examen.

12. Quand on examine le dernier résidu de ces bois pourris, on remarque qu'outre leur solidité, leur consistance, ils ont encore perdu la plus grande partie de leur matière primitive, de leur poids et de leur propriété ligneuse. Leur combustibilité

est singulièrement diminuée : ils brûlent faiblement et rapidement ; ils n'exhalent que peu de chaleur ; ils laissent peu de charbon ; mais ce charbon est fortement salin, et plusieurs chimistes ont vu que parmi les sels qu'on en retire il se trouve constamment du sulfate de soude plus abondamment qu'on n'a coutume d'en retirer des substances végétales. Ces premiers faits sur la nature des bois pourris prouvent assez combien il peut devenir important pour la physique végétale, qu'on observe et qu'on suive avec soin tout ce qui concerne les altérations spontanées auxquelles ils sont sujets.

§. III.

Du fumier.

13. Quoiqu'il paraisse au premier coup-d'œil qu'il n'y ait rien dans la décomposition lente des tiges herbacées et des chaumes de graminées, qui diffère essentiellement de celle des autres matières végétales solides ; cependant l'espèce de phénomène qu'elles éprouvent alors, et le produit qu'elles fournissent sous le nom de *fumier*, méritent de fixer quelques momens notre attention, en raison de son emploi si important dans la culture. Cependant je n'entends pas ici, avec tous les cultivateurs, par fumier, cet amas varié, ce chaos de matières végétales et animales de beaucoup de natures diverses, ces immondices de tout genre que l'on amoncèle sur les pailles qui ont servi de litière aux animaux, et qui, spécialement imprégnées de leurs excrémens liquides et solides, servent ensuite à fournir un engrais très-nourrissant aux terres ; il en sera traité ailleurs sous ce point de vue.

14. Je ne considère en ce moment que les purs débris des tiges culmeuses ou herbacées de toutes les plantes, qui, après avoir été amoncelées et humectées de manière à ce que l'air les environne et même les traverse, s'échauffent, se colorent, se divisent et exhalent une odeur fétide, une vapeur d'eau

chargée de gaz hidrogène carboné, quelquefois même d'ammoniaque; qui se ramollissent, se fondent en partie en un liquide brun très-odorant, très-propre à la végétation, déposant du charbon par une lente précipitation; qui se réduisent pour une autre partie en une matière friable noirâtre, laquelle finit par devenir pulvérulente et par se confondre avec la terre, à laquelle elle est peu à peu rendue en passant par l'état de terreau, qui sera examiné bientôt.

15. Pendant cette décomposition qui rend ces débris végétaux si propres à amender, à enrichir, à engraisser ou à former les terrains dans lesquels on les enferme par le secours de la charrue, les principes qui constituent ces composés végétaux, réagissant les uns sur les autres, s'unissant par les progrès d'une lente fermentation dans un autre ordre que celui qui les avait liés par la végétation, s'échappent en partie en vapeur, se dissolvent en partie dans un liquide épais qu'on nomme *eau de fumier*. Quelques portions de ces débris conservent la forme solide en perdant cependant la plus grande partie de leur tissu et de leur organisation. Tous ces élémens, combinés plus simplement qu'ils ne l'étaient dans les composés dont ils ont fait partie, tendent à rendre peu à peu à l'atmosphère et à la terre ce qu'ils leur ont emprunté pendant leur mouvement vital; et c'est par l'effet même de cette décomposition que les fumiers servent si utilement d'engrais et de soutien à la végétation, comme on le dira plus bas.

§. IV.

Du terreau.

16. Le dernier terme de la décomposition lente et manifestement putride des tiges herbacées, la fin du fumier que l'on nomme dans cet état *consommé*, est la réduction en terreau. On désigne ainsi le résidu pulvérulent, noirâtre, gras, que

laissent les fumiers après leur décomposition totale, parce qu'il imite alors l'état et la forme d'une terre, et parce qu'il ajoute au globe terrestre des couches qui en recouvrent la surface et augmentent en apparence son étendue et sa profondeur. On peut le considérer, sous quelques points de vue, comme le squelette des tiges herbacées ; mais l'on se tromperait si on le croyait, comme autrefois, formé seulement des matières fixes qui entraient dans la composition de ces tiges.

17. Sous ce dernier rapport, le nom de *terre végétale* qu'on lui a donné ne peut exprimer que son apparence extérieure ou ses propriétés physiques. Il ne faut pas le confondre avec une terre proprement dite, puisque les substances terreuses forment souvent la moindre des matières qui composent le terreau. Les premières analyses qui en ont été faites, il y a plusieurs années, par les citoyens Giobert et Hassenfratz, y ont montré la présence de matières huileuses, de substances extractives, de charbon chargé encore de beaucoup d'hidrogène. Aussi, quand on le soumet à la distillation, le terreau donne des produits liquides et fluides élastiques odorans. Quand on le fait bouillir dans l'eau, il la colore, lui communique de l'odeur et de la saveur ; quand on le chauffe avec le contact de l'air, il s'embrase, et quelquefois même s'enflamme avec assez d'activité. Il faut observer, à la vérité, qu'en lavant avec exactitude le terreau, on y trouve presque toujours des débris encore organisés, des tiges, etc. On a trouvé de plus dans le terreau récent des acétites et des benzoates de potasse, de chaux et d'ammoniaque, du sulfate et du muriate de potasse, et une sorte de substance savonneuse déja indiquée par Bergman.

18. On trouve parmi les matériaux fixes une quantité remarquable de carbone très-divisé, du carbonate de chaux, du phosphate de chaux, de la silice, de l'alumine, de la magnésie, du fer et du manganèse. Quelquefois la silice y est fort abondante ; car on conçoit que, suivant la nature des

plantes d'où il provient, le terreau doit différer dans la proportion et les principes de son résidu fixe. On assure y avoir trouvé constamment de petits cristaux de quartz ou de roche très-réguliers et très-transparens ; et rien ne répugne à cette idée, aujourd'hui qu'on connaît tant d'exemples du passage et de la dissolution de la silice dans les organes des végétaux et des animaux.

19. Une des découvertes les plus récentes sur le terreau et la terre végétale, et qui prouve en même temps, avec le plus de force, la nature combustible et très-composée de ce résidu putride des plantes, c'est celle qui indique dans cette matière une puissance très-forte pour absorber l'oxigène atmosphérique avec beaucoup de promptitude, et de réduire l'air à son gaz azote. Le docteur Ingenhousz qui a fait cette découverte, et M. Humboldt qui l'a confirmée et étendue par des recherches successives, ont également pensé que cette absorption était assez marquée pour que le terreau pût servir de moyen eudiométrique. On verra par la suite que cette propriété bien remarquable est de nature à jeter du jour sur la végétation, les engrais et le sol.

20. Pour peu qu'on réfléchisse à l'enchaînement et à l'économie des phénomènes de la nature, on reconnaîtra que cette formation de terreau, qui est une suite nécessaire du dépérissement successif des végétaux, est le grand et simple moyen qu'elle emploie pour fournir sans cesse l'aliment à de nouvelles végétations ; que tel est en effet le caractère du sol de tous les lieux boisés, que c'est une des sources de sa fécondité inépuisable, qu'elle fait servir continuellement ainsi la même matière primitive au développement et à la vie de tous les germes. On comprendra que l'art a dû profiter de cette grande observation pour imiter la fertilité de la nature, pour accroître les productions que l'industrie humaine sollicite, et pour empêcher la même terre de s'épuiser promptement comme elle le ferait sans ce secours perpétuel.

ARTICLE VIII.

De la décomposition lente et des altérations diverses que les végétaux éprouvent dans le sein de la terre.

1. Les végétaux et leurs parties ont encore des modes de destruction naturelle différens de ceux qui ont été décrits jusqu'ici, et qui ne sont pas de véritables fermentations. Quand ils sont enfouis dans l'intérieur de la terre, ou portés et réunis en masse dans les mers; ce qui leur arrive souvent par des éboulemens, des crevasses, des tremblemens, des encombremens dus à des chutes de roches et des lavanges, à des inondations, des torrens, des courans, etc., ils n'ont plus le contact de l'air, ni le plus souvent cette température nécessaire à la production des mouvemens fermentatifs; ils n'éprouvent rien qui ressemble à la fermentation vineuse, à l'acéteuse, ni même à la putride. Pénétrés par des molécules aqueuses qui ne les quittent jamais, ou qui, en s'y insinuant de temps en temps, y portent avec elles des molécules salines, acides, terreuses, métalliques, etc., ou lavés et agités continuellement par des masses d'eau salée et chargée de plus d'une foule de matières en dissolution, et notamment de produits animaux divers: ils trouvent, dans le cours de leur propre destruction, l'occasion d'éprouver des effets et des modifications nouvelles qui changent leur nature ou qui, en conservant une partie de leur propre composition, lui donnent cependant une tournure, un mode bien différent de ce qu'elle présentait d'abord.

2. En considérant les divers changemens connus, différens de ceux qui sont dus à des fermentations, et dont les végétaux sont susceptibles au sein même et par l'effet de la destruction plus ou moins lente qui les atteint sans qu'on

puisse les attribuer ni les comparer à leur véritable putréfaction, on trouve quatre genres de produits également formés par des altérations souterraines, et qui méritent également d'être étudiés dans les séries d'opérations chimiques que la nature pratique en grand. Pour apprécier leurs rapports mutuels, leurs différences, leur production et leurs utilités, je les décrirai ici successivement sous le titre,

1°. De bois fossiles,

2°. De tourbes,

3°. De bitumes,

4°. De végétaux pétrifiés.

§. Ier.

Du bois fossile.

3. On trouve fréquemment dans l'intérieur de la terre, et spécialement le long des rives de la plupart des fleuves et des rivières, des bois enfouis à 10 ou 15 mètres de profondeur, qui sont encore bien reconnaissables, non seulement par la forme, le tissu, la consistance, mais encore par les grands amas et l'état des troncs ou des branches amoncelés en tas plus ou moins volumineux qu'on y rencontre. Il est rare qu'on creuse sur les bords des eaux courantes, ou au dessous de leur lit, sans découvrir de ces bois en quantité quelquefois si considérable, qu'on ne peut les méconnaître pour des arbres entiers, des portions de forêts même, engloutis par de grandes catastrophes, telles que les hommes en voient quelquefois, ou qu'il en arrive plus encore près de ces grands fleuves des vastes continens non habités, et qui portent, depuis une longue suite de siècles, les produits d'une antique végétation, dont le sol est surchargé et recouvert de toutes parts.

4. Ces bois fossiles sont ordinairement d'une couleur brune ou presque noire, d'une consistance molle et tendre tant qu'ils restent enfouis. Ils durcissent promptement et même très-

fortement quand ils restent pendant quelque temps exposés à l'air, en conservant d'ailleurs une couleur foncée, et en prenant par la dessiccation un tissu beaucoup plus fin, beaucoup plus serré que celui qu'ils avaient originairement. On s'en sert quelquefois avec un grand avantage pour certaines constructions, et particulièrement pour celles qui doivent être soumises au contact plus ou moins long de l'air humide, comme les salles par bas, etc., parce qu'ils ne changent plus par l'humidité atmosphérique. Le bois fossile est encore extrêmement combustible; en brûlant, il répand peu de flamme, mais beaucoup de chaleur; il donne un charbon dense et lourd quand on arrête sa combustion à moitié. L'huile qu'il fournit à la distillation est fétide et presque solide.

5. On reconnaît à toutes ces propriétés une matière ligneuse qui a éprouvé quelques changemens : elle n'est plus complétement de la même nature qu'auparavant. Les couches de bois pénétrées par l'eau ont perdu une portion de la matière muqueuse, extractive, dissoluble, qu'elles contenaient. Elles ont été plus ou moins rapprochées de l'état de pur squelette ligneux; une portion même de substance externe des fibres ligneuses a été décomposée et réduite à la forme et à la couleur de charbon : une partie de leur hidrogène leur a été enlevée. Quand l'eau qui les imprègne et les écarte se dissipe, ces couches se rapprochent et se serrent fortement les unes contre les autres : de là résulte cette dureté, ce tissu serré, ce brillant qu'elles prennent quand on les taille et quand on les polit; de là ce peu de flamme qu'elles exhalent quand on les brûle dans un foyer : on voit enfin que, quoique ligneux encore, le bois fossile marche cependant vers sa destruction, et qu'un plus long séjour dans la terre finirait par le détruire entièrement, en diminuant de plus en plus toutes ses propriétés de matière végétale. Aussi en trouve-t-on quelquefois de friable, qui ne prend plus ni consistance ni sécheresse, qui se divise et se réduit en une espèce de terreau par le frottement.

§. II.

De la tourbe.

6. Ce qui vient d'être expliqué des effets de la terre humide et de l'eau filtrée sur le bois, qui est amené peu à peu par là à son squelette charbonneux, se passe de la même manière sur les plantes enfouies dans la terre. Il y a aussi beaucoup de prairies basses, qui, presque de niveau et quelquefois même au dessous du niveau de certaines petites rivières, se trouvent successivement enfouies sous terre, ou sortent alternativement de dessous les eaux, ou s'en laissent tellement pénétrer, que celles-ci les traversent sans cesse. Ces prairies, nourrissant une masse énorme de plantes serrées les unes contre les autres, qui croissent sans cesse et s'accumulent annuellement et couche par couche, sont chargées dans leur sol, à une profondeur plus ou moins considérable, de détritus de végétaux, ou de tiges herbacées entrelacées en toute sorte de sens, d'une couleur noire et charbonneuse, d'une odeur désagréable ou même fétide, qui annoncent une décomposition végétale assez avancée.

7. Ces détritus, encore solides et combustibles, sont connues sous le nom de *tourbes*, et les lieux d'où on les retire, sont appelés des *tourbières*. Quoiqu'elles soient formées de masses cohérentes qui appartenaient à une masse beaucoup plus grosse, et d'une seule pièce, de dépôt souterrain, on peut cependant, en écartant les brins qui en composent le tissu, reconnaître plusieurs des plantes qui ont contribué à leur formation. On les sépare en tiges alongées, molles, brunes ou noires, quelquefois violettes ou bleuâtres, qui n'ont plus la consistance naturelle des herbes auxquelles elles appartiennent, et qui sont manifestement altérées dans leur tissu comme dans leur nature.

8. Quand on chauffe de la tourbe dans un appareil distillatoire, on en retire de l'eau jaune ou rougeâtre fétide, de l'huile d'une grande fétidité, du carbonate d'ammoniaque, du gaz hidrogène carboné d'une odeur très-désagréable; et il reste un charbon souvent pyrophorique, d'où l'on extrait quelques sels après l'incinération, sur-tout des muriates et des sulfates de soude et de potasse, mêlés de phosphate de chaux, de sulfate calcaire, d'oxides de fer et de manganèse. Tout le monde connaît la manière dont la tourbe brûle dans les foyers et les fourneaux, la mauvaise odeur qu'elle répand, la cendre rougeâtre et ferrugineuse qu'elle laisse. On a essayé avec quelque succès de la priver de ces inconvéniens en la brûlant à demi dans des vaisseaux fermés de manière à la charbonner comme le bois. Ce procédé a certainement son avantage. On doit cependant être prévenu que ce charbon de tourbe est inférieur au charbon de bois ordinaire, qu'il est sujet à s'enflammer par l'action combinée de l'eau et de l'air; qu'ainsi on doit le conserver pour l'usage dans des magasins fermés. J'ai vu à Paris un chantier rempli de ce charbon industrieusement et même habilement travaillé, qui y formait un vaste théâtre découvert à l'air. Après quelques jours d'action de la pluie à laquelle il resta continuellement exposé, il s'exhala une fumée blanche abondante, qui se changea bientôt en une flamme, et consuma absolument le charbon, en menaçant à chaque instant de faire naître un embrâsement bien plus général, par sa communication avec d'autres corps combustibles voisins.

9. La tourbe est donc bien véritablement un résidu de plantes ou herbes à demi-décomposées, à demi-brûlées, réduites à un état presque charbonneux, analogue dans son genre au bois fossile également charbonné. On s'en sert comme d'un combustible lorsqu'on n'en a pas d'autre : elle peut être fort utile pour les usines; sa cendre est employée comme engrais. Par la lessive, souvent on en tire des sels

avantageux aux arts. Il est quelques tourbières qui se trouvent en même temps chargées de sulfure de fer ou pyrite. Ce composé si combustible à l'air humide les échauffe lorsqu'elles y sont exposées, les porte même jusqu'à l'inflammation. Quelques-unes, comme celles des environs de Beauvais, peuvent même fournir par la lixiviation du sulfate de fer, qui s'y est formé dans leur exposition à l'air. Il n'est pas douteux que la plupart des tourbes ne pussent servir à donner par la distillation une huile analogue au goudron, comme Becher l'avait proposé en 1683.

§. III.

Des bitumes.

10. Les bitumes, produits, comme les bois fossiles et la tourbe, de végétaux ou de parties de végétaux enfouis et accumulés dans les eaux et dans la terre, diffèrent de ces deux substances, en ce que ce sont des corps combustibles qui n'ont plus de tissu ni d'apparence organique dans la plus grande partie de leurs masses, qui sont homogènes, cassans, comme vitreux dans leur continuité quand ils sont solides, en ce qu'ils fournissent tous de l'acide ou de l'ammoniaque dans leur distillation, et laissent un charbon divisé sous forme de fibres ou de plaques. D'ailleurs ils sont bien reconnaissables pour avoir appartenu aux végétaux, par leur nature huileuse, par le carbone qu'ils contiennent, et encore parce que leur origine végétale se montre manifestement chez eux, soit par les graines, les feuilles, les tiges dont ils offrent les empreintes, soit par la nature de bois qu'ils présentent souvent à l'une de leurs extrémités.

11. On les confondait autrefois avec le soufre, dont on les faisait porter réciproquement le nom, puisqu'on les nommait un *soufre minéral*, tandis que le soufre était quelquefois nommé lui-même *bitume*, *suc bitumineux*. On les a aussi regardés,

pendant quelque temps, comme des produits minéraux, comme des huiles de la terre; et on n'était pas alors persuadé de leur origine végétale. Il n'est pas plus difficile aujourd'hui de les distinguer de l'*anthracite*, espèce de matière charbonneuse, mêlée d'un tiers de son poids de silice et d'un peu de fer, qui existe dans les montagnes primitives, et qui ne fournit point d'huile; tandis que les bitumes, qui ne se trouvent que dans des terrains secondaires ou tertiaires, contiennent ou donnent plus ou moins d'huile par l'action du feu. Il est évident qu'on ne peut regarder les productions bitumineuses, sinon comme appartenant aux minéraux, au moins comme ayant quelques rapports avec eux, que parce qu'ils sont placés dans la terre parmi les fossiles.

12. On doit distinguer quatre espèces de matières bitumineuses : le *bitume* proprement dit, la *houille*, le *jayet* et le *succin*. Leurs différences spécifiques sont très-bien établies sur les caractères suivans :

Le *bitume* est liquide ou mou; il ne donne point d'ammoniaque à la distillation; il laisse très-peu de résidu charbonneux.

La *houille* fournit beaucoup d'ammoniaque, et laisse beaucoup de résidu charbonneux après la distillation, et terreux après l'incinération.

Le *jayet* reçoit un beau poli; il donne de l'acide liquide à la distillation.

Le *succin* est transparent; il fournit un acide concret par la sublimation. Il faut examiner les propriétés, l'origine, la nature et l'usage de chaque espèce en particulier.

A. *Bitume.*

13. On réserve spécialement aujourd'hui le nom de *bitume* aux matières huileuses fossiles qui ne donnent point d'ammoniaque par l'action du feu, qui n'exhalent point d'odeur

animale fétide quand on les brûle, et qui ne laissent que peu de résidu terreux quand on les a brûlées.

14. Il y a deux variétés principales de bitume, l'une, d'une liquidité plus ou moins grande depuis la légéreté naphteuse jusqu'à une consistance de poix. On nomme cette variété *naphte*, *pétrole*, *pissasphalte* suivant sa liquidité. La seconde est solide ou presque solide : on l'appelle *asphalte*.

Variété première. — *Bitume liquide ; pétrole.*

15. On a désigné par le nom de *pétrole* ou d'*huile de pierre* une substance bitumineuse liquide, qui coule entre les pierres sur les rochers ou dans différens lieux de la surface de la terre. Cette huile diffère par sa légéreté, son odeur, sa consistance et son inflammabilité. Les auteurs en ont distingué un assez grand nombre de sous-variétés. Ils ont donné le nom de *naphte* au pétrole le plus léger, le plus transparent et le plus inflammable ; celui de *pétrole* proprement dit, à un bitume liquide et d'une couleur brune foncée : enfin, celui de *poix minérale*, à un bitume noir, épais, peu liquide, tenace et s'attachant aux doigts. Voici quelles en sont les sous-variétés décrites par Wallerius et par plusieurs autres naturalistes.

Variétés.

1°. Naphte blanc,
2°. Naphte rouge,
3°. Naphte vert ou foncé,
4°. Pétrole mêlé à de la terre,
5°. Pétrole suintant à travers les pierres,
6°. Pétrole nageant sur les eaux,
7°. Poix minérale ou maltha,
8°. Pissasphalte. Il est d'une consistance moyenne entre celle du pétrole ordinaire, et de l'asphalte ou bitume de Judée.

16. Les différens naphtes se trouvent en Italie, aux environs de Modène et au Mont-Ciaro, à douze lieues de Plaisance. Kempfer rapporte dans ses *Amœnitates exoticæ*, qu'on le ramasse en grande quantité dans plusieurs endroits de la Perse : dans l'Inde, un lieu où il est allumé passe pour recéler le Diable que Dieu y a enfermé. Le pétrole coule en Sicile et dans plusieurs autres lieux de l'Italie; en France, au village de Gabian, dans le Languedoc, en Alsace; à Neufchâtel en Suisse, en Écosse, etc. Le pissasphalte et la poix minérale se tiraient autrefois de Babylone, dont ils ont servi à la construction des murailles; de Raguse en Grèce, et de l'étang de Samosate, capitale de la Comagène en Syrie. On les tire aujourd'hui de la principauté de Neufchatel et de Wallengin, du Puits, de la Pège, à une lieue de Clermont-Ferrand, département du Puy-de-Dôme, et de plusieurs autres endroits.

17. Il faut observer à l'égard des différentes sous-variétés indiquées, qu'elles paraissent toutes avoir la même origine, et qu'elles ne diffèrent les unes des autres que par quelque modification particulière. La plupart des naturalistes et des chimistes attribuent la formation des pétroles à la décomposition des bitumes solides par l'action des feux souterrains. Ils observent que le naphte paraît être l'huile la plus légère; que le feu dégage la première, et que celle qui lui succède, acquérant de la couleur et de la consistance, forme les diverses sortes de pétroles; qu'enfin ces derniers, unis à quelques substances terreuses ou altérées par les acides, prennent les caractères de la poix minérale ou du pissasphalte. Pour étayer leur sentiment, ils font une comparaison fort exacte avec les phénomènes que présente la distillation du succin, qui fournit en effet une sorte de naphte, et un pétrole plus ou moins brun suivant le degré de chaleur et le temps de l'opération. Enfin ils observent que la nature présente souvent dans le même lieu toutes les espèces de pétrole depuis le naphte le plus léger jusqu'à la poix minérale. Tels sont les

bitumes fluides que l'on retire du Mont-Festin près de Modène.

18. Au reste, on n'a point encore examiné avec assez de soin les propriétés chimiques du pétrole. On sait seulement que le naphte est très-volatil, et si combustible qu'il s'enflamme par le voisinage de quelque matière en combustion ; il semble même attirer la flamme à cause de sa volatilité. On retire un phlegme acide du pétrole brun, et une huile qui d'abord est semblable au naphte, et qui se colore à mesure que la distillation est plus avancée. Il reste dans la cornue une matière épaisse comme le pissasphalte, qu'on peut rendre sèche et cassante comme l'asphalte, et réduire entièrement à l'état charbonneux par un feu plus vif. Les alcalis n'ont que peu d'action sur le pétrole : l'acide sulfurique le colore et l'épaissit ; l'acide sulfurique l'enflamme comme les huiles volatiles ; il dissout facilement le soufre ; il se colore par les oxides métalliques, et il s'unit au succin dont il ramollit et dissout une partie à l'aide de la chaleur.

19. Les diverses espèces de pétroles sont employées à différens usages dans les pays où elles sont abondantes. Kempfer nous apprend qu'on s'en sert en Perse pour s'éclairer, et qu'on en brûle dans des lampes à l'aide de mèches. On peut aussi les faire servir au chauffage. Lehman dit que pour cet effet on verse du naphte sur quelques poignées de terre, et qu'on l'allume avec du papier ; il s'enflamme tout-à-coup avec activité, mais il répand une fumée épaisse très-abondante qui s'attache à tous les corps, et dont l'odeur est très-désagréable. On croit aussi que le pétrole entre dans la composition du feu grégeois. On emploie encore le pétrole épais pour faire un mortier très-solide et très-durable. On retire, par la décoction du pissasphalte avec de l'eau, une huile dont on se sert pour goudronner les vaisseaux. Dans l'Inde on adore la flamme produite par un pétrole brûlant, et l'on se sert de la chaleur qu'elle procure, soit pour y cuire les alimens, soit pour y calciner les pierres à chaux.

20. Enfin, quelques médecins se sont servis avec succès du pétrole dans les maladies des muscles, dans la paralysie, la faiblesse, etc., en frottant la peau ou en l'exposant à sa fumée. Van-Helmont regardait les frictions faites avec le pétrole comme un très-bon remède pour les membres gelés, et il les conseillait comme un excellent préservatif contre l'impression du froid.

Variété 2. — *Bitume solide ou asphalte.*

21. L'asphalte ou bitume de Judée, nommé aussi *gomme de funérailles*, *karabé de Sodome*, *poix de montagne*, *baume de momies*, etc., est un bitume noir, pesant, solide, assez brillant. Il se casse facilement et sa cassure est vitreuse. Une lame mince de ce bitume paraît rouge lorsqu'on la place entre l'œil et la lumière. L'asphalte n'a pas d'odeur quand il est froid : lorsqu'on le frotte il en acquiert une légère. Il se trouve sur les eaux du lac Asphaltide ou mer Morte dans la Judée, près duquel étaient les anciennes villes de Sodome et de Gomore. Les habitans, incommodés par l'odeur que répand ce bitume amassé sur les eaux, et encouragés par le profit qu'ils en retirent, le ramassent avec soin. Lémery dit, dans son Dictionnaire des drogues, que l'asphalte se dégage comme une poix liquide de la terre que couvre la mer Morte, et qu'élevé sur ses eaux, il y est condensé par la chaleur du soleil et par l'action du sel que ces eaux contiennent en grande quantité. Il s'en rencontre aussi sur plusieurs lacs de la Chine. Par-tout où il se trouve du pissasphalte, la portion qui s'est séchée à l'air devient une espèce d'asphalte qu'on peut employer aux mêmes usages que celui du lac de Judée. C'est ainsi que l'on se sert de celui qui se trouve près de Neufchatel dans l'Helvétie.

22. Les naturalistes sont partagés sur l'origine de l'asphalte comme sur celle de tous les bitumes. Les uns le croient un

produit minéral, formé par un acide uni à une matière grasse dans l'intérieur de la terre : d'autres le regardent comme une matière résineuse végétale, enfouie et altérée par les acides minéraux. Le sentiment le plus répandu et le plus vraisemblable, c'est qu'il a la même origine que le succin, et qu'il est formé par ce dernier bitume, qui a éprouvé l'action d'un feu souterrain. Cette opinion est fondée sur ce que le succin, fondu et privé d'une partie de son huile et de son sel par l'action du feu, devient noir, sec, cassant, et parfaitement semblable à l'asphalte ; mais elle ne pourra être solidement établie que par une analyse comparée de ce résidu de succin et de l'asphalte; ce dernier bitume n'a point encore été examiné avec l'exactitude nécessaire pour assurer cette analogie.

23. L'asphalte exposé au feu se liquéfie, se boursoufle, et brûle en répandant une flamme et une fumée épaisse, dont l'odeur est forte, âcre et désagréable. On en retire, par la distillation, une huile colorée comme le pétrole brun, et de l'eau acide. Il se mêle intimement par la fusion avec le soufre, le phosphore, plusieurs oxides métalliques, et surtout les huiles fixes et volatiles, les résines, les gommes-résines. Il n'est plus altéré par l'alcool qui ne touche point en général les bitumes. L'éther a une action un peu plus marquée quoique très-faible encore sur ces corps.

24. L'asphalte est employé, comme le goudron, pour enduire les vaisseaux, par les Arabes et les Indiens. Il entre dans la composition des vernis noirs de la Chine, et dans les feux d'artifice qui brûlent sur l'eau. Les Egyptiens s'en servaient pour embaumer les corps; mais il n'était employé à cet usage que par les pauvres, qui ne pouvaient pas se procurer des substances antiseptiques plus précieuses. Wallerius assure que des marchands préparent une espèce d'asphalte avec de la poix épaissie, ou en mêlant et faisant fondre cette dernière avec une certaine quantité de véritable baume

de Judée ; mais on peut reconnaître cette fraude par le moyen de l'alcool, qui dissout entièrement la poix, et qui ne prend qu'une couleur jaune pâle avec l'asphalte.

B. *Houille.*

25. La houille a reçu les noms de *charbon de terre*, *charbon de pierre*, *lithantrax*, en raison de sa propriété combustible et de l'usage qu'on en fait dans plusieurs pays. On la trouve dans l'intérieur de la terre, le plus souvent au-dessous de pierres plus ou moins dures, de grès, et de schistes alumineux et pyriteux. Ces derniers portent constamment l'empreinte de plusieurs végétaux de la famille des fougères, qui, pour la plupart, sont exotiques, suivant l'observation de Bernard de Jussieu. Le bambou et le bananier ont été reconnus dans la houille d'Alais. Elle est placée plus ou moins profondément dans l'intérieur de la terre. Elle est toujours disposée par couches horizontales ou inclinées ; cette dernière disposition est la plus fréquente des deux. Les lits ou couches dont elle est composée diffèrent par l'épaisseur, la consistance, la couleur, la pesanteur, etc. On observe souvent au-dessus de ce bitume des lits plus ou moins étendus de coquilles, des empreintes de poissons, et des madrépores fossiles ; ce qui a fait penser à quelques modernes, et particulièrement au citoyen Parmentier, que le charbon de terre avait été formé dans la mer par le dépôt et l'altération des matières huileuses ou graisseuses des animaux marins. La plupart des naturalistes le regardent comme le produit d'un résidu des bois enfouis et altérés par l'eau et les sels de la mer. On rencontre souvent au-dessus du charbon de terre des plantes et des bois en partie reconnaissables et en partie convertis en bitume charbonné. Il paraît que c'est à la décompostion d'une immense quantité de végétaux marins et terrestres, et à la séparation de leur huile unie à de l'alumine et à de la matière

calcaire qu'est due sa formation. On ne peut pas nier que des matières animales n'entrent aussi dans sa composition.

26. On exploite les carrières de houille comme les mines, en creusant des puits et des galeries, et en détachant ce bitume à l'aide de pics ou espèces de pioches. Les ouvriers qui la retirent sont souvent exposés au danger de perdre la vie par les fluides élastiques qui s'en dégagent. Cette espèce de mofette est nommée *pousse* ou *tousse* par les ouvriers ; elle éteint les lampes, et paraît être du gaz acide carbonique. Il se développe aussi dans ces mines une espèce de gaz hidrogène carboné très-délétère, qui produit quelquefois des explosions dangereuses.

27. La houille est très-abondante dans la nature. On en trouve en Angleterre, en Ecosse, en Irlande, dans le Hainault, le pays de Liége, la Suède, la Bohème, la Saxe, etc. Plusieurs départemens de la France en fournissent beaucoup, et spécialement ceux qui remplacent la Bourgogne, le Lyonnais, le Forez, l'Auvergne, la Normandie, etc. Quoique l'Angleterre surpasse beaucoup la France dans l'art d'exploiter la houille et de la faire servir aux besoins de la société ; quoique les Anglais aient fait de grandes dépenses et de magnifiques travaux pour cette exploitation, tels que le canal souterrain de Bridgweter, qui a près de cinq mille mètres de longueur, la France possède plus de richesses encore dans ce genre que l'Angleterre ; et son industrie, éveillée par le besoin, égalera bientôt celle de ses voisins et de ses rivaux.

28. La houille a été distinguée en *charbon de pierre* ou *charbon de terre*, suivant sa dureté et sa friabilité ; mais la manière dont elle brûle et les phénomènes qu'elle présente dans sa combustion, fournissent des caractères bien plus importans pour en faire reconnaître les différentes variétés. Wallerius en distinguait trois sous ce point de vue : 1°. le *charbon de terre écailleux*, qui reste noir après sa combustion ; 2°. *le charbon de terre* compact et feuilleté, qui, après avoir

été brûlé, donne une matière spongieuse, semblable à des scories ; 3°. *le charbon de terre fibreux* comme le bois, et qui se réduit en cendres par la combustion.

29. La houille chauffée avec le contact de l'air et celui d'un corps en combustion, s'embrase d'autant plus lentement et difficilement qu'elle est plus pesante et plus compacte ; une fois embrasée, elle répand une chaleur vive et durable, et elle est long-temps en ignition avant d'être consumée : on peut même l'éteindre et la faire servir plusieurs fois de suite à de nouvelles combustions. Sa matière inflammable paraît très-dense, et comme fixée par une autre substance non combustible qui en arrête la destruction. Elle exhale en brûlant une odeur forte particulière, mais qui n'est nullement sulfureuse lorsque la houille est bien pure et ne contient pas de pyrites. La combustion de ce bitume paraît être fort analogue à celle des matières organiques, en ce qu'elle est susceptible de s'arrêter et d'être partagée en deux temps. En effet la partie combustible huileuse la plus volatile que contient la houille se dissipe et s'enflamme par la première action du feu ; et si, lorsque tout ce principe est dissipé, on arrête la combustion, le bitume ne retient que la portion la plus fixe et la moins inflammable de son huile réduite dans un véritable état charbonneux, et combinée avec une base terreuse. C'est par un procédé de cette nature que les Anglais préparent leur coaks, qui n'est que de la houille privée de sa partie huileuse et fusible par l'action du feu.

30. On voit très-bien ce qui se passe dans l'action du feu sur la houille, en chauffant ce bitume dans des vaisseaux fermés et dans un appareil distillatoire. On en obtient une eau ammoniacale, du carbonate d'ammoniaque concret, une huile qui se fonce en couleur, et qui devient plus pesante à mesure que la distillation avance. Il passe en même temps une grande quantité de fluide élastique et inflammable, que l'on regarde comme une huile en vapeur, mais qui est du gaz

hidrogène mêlé de gaz azote, de carbone en dissolution, et de gaz acide carbonique. Il reste dans la cornue une matière scorifiée, charbonneuse, qui est encore susceptible de brûler; c'est le coaks des Anglais. Si l'on observe avec soin l'action du feu sur la houille très-pure, on voit qu'elle éprouve un ramollissement évident, et qu'elle semble passer à une demi-fusion : or on conçoit que cet état pouvant nuire à la fonte des mines, il est essentiel de priver le bitume de cette propriété. On y réussit en lui enlevant le principe de ce ramollissement, c'est-à-dire, l'huile qu'elle contient en grande abondance, et en la réduisant dans un état analogue à celui du charbon fait avec les végétaux. Il faut observer que l'ammoniaque fournie en assez grande quantité par la houille favorise l'opinion de son origine animale; puisque, comme on le verra ailleurs, les corps qui appartiennent à cette classe de composés donnent toujours de l'ammoniaque dans leur distillation. Cette analyse est faite en grand en Ecosse dans des fourneaux particuliers établis par le lord Dondonald; l'huile qu'on y recueille dans des réservoirs refroidis par l'eau d'une rivière qui passe par-dessus, est employée comme goudron; l'ammoniaque sert aux fabriques de muriate ammoniacal, et le résidu est un très-bon coaks. Le citoyen Faujas a transporté cet art utile en France; et les expériences qu'il a faites au Muséum d'histoire naturelle ont très-bien réussi en petit; malgré cela, il n'y a cependant encore aucun établissement de ce procédé en grand. Après la combustion de la houille, sa cendre contient des sulfates de fer, de magnésie, de chaux, d'alumine, ou bien les bases de ces sels, si la combustion a été fort rapide.

31. La houille est un combustible par-tout utile, mais singulièrement dans les pays où il n'y a pas de bois. On l'emploie à tous les usages domestiques, et sans avoir à craindre les dangers que quelques personnes ont attribués à son usage. La vapeur sulfureuse que l'on croit qu'il répand dans sa com-

bustion ne doit pas être redoutée, puisque l'analyse la plus exacte a prouvé à tous les chimistes que lorsque la houille est pure elle ne contient pas un atome de soufre. On voit d'après cela combien est fausse et trompeuse la prétention de quelques hommes peu instruits, qui annoncent des procédés pour désoufrer ce bitume. Une autre considération qui doit engager à tirer tout le parti possible de la houille, surtout en France, c'est que les travaux des mines consommant des quantités énormes de charbon de bois, il est à craindre que le bois ne manque quelque jour. C'est spécialement dans ces sortes de travaux que l'industrie doit chercher à employer la houille, comme le font depuis long-temps les Anglais. Déja son usage commence à s'établir dans beaucoup d'ateliers, et les fameuses fonderies de fer du Creusot près Mont-Cenis et Autun en offrent un grand et utile exemple.

32. La houille épurée, faussement nommée *désoufrée*, n'est autre chose que celle qui a été privée de son huile par l'action du feu ; cette espèce de charbon brûle sans fumée, sans ramollissement, sans odeur forte : c'est, en un mot, du véritable coaks, et, en raison de ces propriétés, il est préféré pour les cheminées des appartemens.

Un des grands inconvéniens de la houille, outre la fumée très-abondante et très-épaisse qu'elle exhale, et qui noircit tous les meubles, c'est que le courant d'air très-rapide et très-abondant qu'elle exige pour sa combustion, enlève et volatilise une partie de ses cendres, qui s'attachent sur tous les corps environnans ; mais on remédiera en grande partie à ces deux inconvéniens par une construction bien entendue des cheminées, et telle que le courant excité par sa combustion soit tout entier entraîné au-dehors, et qu'il n'y en ait aucune portion refoulée dans les chambres.

La grande utilité que ce combustible aura en France est plus relative encore aux arts et aux manufactures, de toutes les espèces ; on ménagera singulièrement par son usage les bois pour le chauffage et pour la construction.

C. *Jayet.*

33. Le jayet, *gagates* des Latins, succin noir de Pline, *pangitis* de Strabon, est noir, dur, compact, vitreux dans sa cassure, susceptible de prendre un beau poli par le frottement, qui le rend électrique. Il est sans odeur et en prend une légèrement fétide quand on le chauffe. Il se ramollit et se boursoufle sans se fondre complétement; il brûle et répand une odeur forte pendant sa combustion.

34. On ne peut méconnaître son origine quand on le considère dans les lieux où la nature le présente. C'est à tort que les naturalistes ont cru qu'il était dû à de l'asphalte durci par le temps. Il est manifestement le produit d'une lente décomposition du bois enfoui dans la terre. On possède, dans les collections et les cabinets, des morceaux de bois convertis en jayet dans un de leurs points, et encore sensiblement ligneux dans la plus grande partie de leur continuité. A Saint-Jean-de-Cuculle près de Montpellier, et à Nismes, on a trouvé beaucoup de troncs d'arbres d'une forme bien reconnaissable et changés en jayet. Le citoyen Chaptal cite une pelle entièrement convertie en jayet. Le jayet de Vachery, dans le ci-devant Gévaudan, offre le tissu sensible du noyer; celui du hêtre se voit dans le jayet de Bosrup en Silésie.

35. On en extrait, par la distillation, un peu d'eau, et de l'huile brune qu'on rectifie en la récohobant sur de l'argile: il en fournit moins que la houille grasse. L'odeur qu'il donne en brûlant et qui distingue ses produits, sans être fétide comme celle de la houille, est plus vive, plus piquante et plus sensiblement bitumineuse, ou plus analogue à celle du succin, dont il va être question.

36. On travaille le jayet pour en faire des bijoux et des ornemens de deuil. On en fabrique des bracelets, des boutons, des colliers, des tabatières, à Wirtemberg, et en France à

Sainte-Colombe près de Castelnaudary. On en exploite aussi une carrière à Belestat dans les Pyrénées.

D. *Succin.*

37. Le succin, nommé *ambre jaune* ou *karabé*, est le plus beau de tous les bitumes par ses caractères extérieurs ; il est en morceaux irréguliers, d'une couleur jaune, quelquefois rougeâtre ou brune, transparens ou opaques, formés par couches ou par écailles : il est susceptible d'un très-beau poli. Lorsqu'on le frotte quelque temps, il devient électrique et capable d'attirer des pailles. Les anciens, qui connaissaient cette propriété, avaient donné au succin le nom d'*electrum*, d'où est venu celui d'*électricité*.

38. Ce bitume est d'une consistance assez dure, et qui approche de celle de certaines pierres ; ce qui a engagé quelques auteurs, et en particulier Hartman, naturaliste qui vivait sur la fin du dix-septième siècle, à le ranger parmi les pierres précieuses. Cependant il est friable et cassant. Les anciens le comptaient aussi au nombre des minéraux précieux, et le rapprochaient des diamans : aussi les poètes de l'antiquité lui ont-ils donné un rang dans la fable. Le succin était, suivant les uns, les larmes des sœurs de Méléagre changées en oiseaux et pleurant leur frère ; suivant les autres, il était formé des larmes des sœurs de Phaéton tombées dans les flots de l'Éridan, et converties en ambre jaune.

39. Lorsqu'on pulvérise le succin, il répand une odeur assez agréable. On rencontre souvent dans son intérieur des insectes très-bien conservés et très-reconnaissables ; ce qui prouve qu'il a été liquide, et que dans cet état il a enveloppé les corps qu'on y trouve. Le succin est le plus souvent enfoui à une plus ou moins grande profondeur. Il se trouve, sous des sables colorés, en petites masses incohérentes et dispersées sur des lits de terre pyriteuse ; on rencontre au-dessus

de lui des bois chargés de matière bitumineuse noirâtre : on croit d'après cela qu'il est formé par une substance résineuse qui a été altérée par l'acide sulfurique des pyrites ; il nage encore sur les bords de la mer : on le ramasse sur ceux de la mer Baltique dans la Prusse ducale. Les montagnes de Provence, près la ville de Sisteron, la Marche-d'Ancone, et le duché de Spolette en Italie, la Sicile, la Pologne, la Suède et plusieurs autres pays en fournissent aussi.

40. La couleur, la texture, la transparence ou l'opacité de ce bitume en ont fait reconnaître un assez grand nombre de variétés ; on peut, d'après Wallerius, les réduire aux suivantes :

1. Succin transparent blanc.
2. Succin transparent, d'un jaune pâle.
3. Succin transparent, d'un jaune de citron.
4. Succin transparent, d'un jaune d'or ; *chryselectrum* des anciens
5. Succin transparent, d'un rouge foncé.
6. Succin opaque blanc ; *leucelectum.*
7. Succin opaque jaune.
8. Succin opaque brun.
9. Succin coloré en vert, en bleu, par des matières étrangères.
10. Succin veiné.

Il n'est pas invraisemblable qu'il existe du succin sous forme cristalline, et peut-être le trouvera-t-on, comme le soufre, cristallisé en octaèdres.

41. On pourrait encore en distinguer un plus grand nombe de variétés, d'après les accidens qu'il offre souvent dans sa intérieur ; mais on doit être prévenu, relativement au prix qe que l'on attache aux échantillons du succin, remarquables pr leur grosseur, leur transparence, et les insectes bien conserés qu'ils offrent dans leur intérieur, qu'il est possible d'tre trompé sur cet article, puisque plusieurs personnes possèent

l'art de lui donner de la transparence, de le colorer à volonté, et de le ramollir assez pour pouvoir y introduire des corps étrangers. Wallerius avertit que le succin couleur d'or ne doit jamais sa transparence qu'à la nature, et que celui que l'art a rendu transparent est toujours d'une couleur pâle.

42. Quoiqu'il soit très-vraisemblable que ce bitume doit sa naissance à des matières résineuses végétales, plusieurs naturalistes ont eu des opinions différentes sur sa formation. Quelques-uns l'ont regardé comme de l'urine durcie de certains mammifères, d'autres comme un suc de la terre que la mer a détaché, et qui porté par les eaux sur le rivage, s'y est desséché et durci par les rayons du soleil. Cette classe de naturalistes le désigne comme un suc minéral particulier. Telle était l'opinion d'un ancien naturaliste nommé Philémon et cité par Pline. George Agricola l'a ensuite fait revivre. Fréd. Hoffman croyait que le succin était formé d'une huile légère, séparée du bois bitumineux par la chaleur, et épaissie par l'acide des vitriols. On ne peut admettre cette opinion d'Hoffman, car on ne conçoit pas comment une huile séparée dans les entrailles de la terre pourrait contenir des animaux qui ne vivent qu'à sa surface. On a cru jusqu'ici que le succin était dû à un suc résineux qui a coulé d'abord fluide de quelque arbre; que ce suc, enfoui plus ou moins profondément dans la terre par les bouleversemens que le globe a éprouvés, s'était durci et imprégné des vapeurs minérales et salines circulant dans son intérieur. Il n'y a pas même d'apparence qu'il ait été altéré par des acides concentrés; car l'expérience nous apprend que l'action de ces acides l'aurait noirci et mis dans un état charbonneux. Pline pensait que le succin n'était autre chose que la résine du pin durcie par la fraîcheur de l'automne. M. Girtanner croit que c'est une huile végétale rendue concrète par l'acide des fourmis. C'est l'espèce appelée *formica rufa* par Linnæus, qui le prépare suivant cet auteur. Ces insectes habitent les anciennes forêts de

sapins, où l'on trouve le succin fossile, qui est ductile comme de la cire fondue, et qui se sèche à l'air.

43. Le succin exposé au feu ne se liquéfie qu'à une chaleur assez forte; il se ramollit et se boursoufle beaucoup sans couler en gouttes : ce qui le distingue des résines, qui se fondent entièrement. Lorsqu'on le chauffe avec le contact de l'air, il s'enflamme et repand une fumée très-épaisse et très-odorante. Sa flamme est jaunâtre, variée de vert et de bleu. Il laisse, après sa combustion, un charbon noir, luisant, qui donne, par l'incinération, une terre brune en très-petite quantité. Bourdelin, dans son Mémoire sur le succin (Acad. 1742), n'a obtenu que près d'un gramme de cette terre en brûlant un kilogramme de succin dans un têt. Deux hectogrammes et demi du même bitume, brûlés et calcinés dans un creuset, lui ont fourni, dans une seconde opération deux tiers de gramme de résidu terreux, d'où il a retiré du fer à l'aide du barreau aimanté.

44. Si l'on distille le succin dans une cornue, et par un feu gradué, on obtient d'abord un phlegme qui se colore en rouge, et qui est manifestement acide; cette liqueur acide retient l'odeur forte du succin. Il passe ensuite un sel volatil acide qui se cristallise en petites aiguilles blanches ou jaunâtres dans le col de la cornue; à ce sel succède une huile blanche et légère, d'une odeur très-vive. Cette huile prend peu à peu de la couleur à mesure que le feu devient plus fort, et elle finit par être brune, noirâtre, épaisse, visqueuse, comme les huiles empyreumatiques. Il se sublime, pendant que ces deux huiles passent, une certaine quantité d'acide volatil de plus en plus coloré. Il reste dans la cornue, après cette opération, une masse noire, moulée sur le fond de ce vaisseau, cassante et semblable au bitume de Judée : George Agricola avait déja fait cette observation, il y a près de trois siècles, sur le résidu du succin distillé. Si l'on conduit l'opération par un feu doux et bien ménagé, et si l'on opère sur une grande

quantité de succin, on peut obtenir séparément tous ces produits en changeant de récipient. Ordinairement on les reçoit dans le même, et on les rectifie ensuite à une chaleur douce. L'acide se décolore en partie par cette rectification. L'huile, qui ne devient noire sur la fin de l'opération que parce qu'elle entraîne une portion charbonneuse, et parce que l'acide a réagi sur ses principes, peut être rendue très-blanche et très-légère par plusieurs distillations successives. Rouelle l'aîné a donné un très-bon procédé pour l'obtenir dans cet état par une première opération. Il faut pour cela mettre cette huile avec de l'eau dans un alambic de verre, et la distiller à la chaleur de l'eau bouillante ; la portion la plus pure, la seule qui soit volatile à ce degré de chaleur, à cause de sa légéreté, passe avec l'eau, au-dessus de laquelle elle se rassemble. Si on veut la conserver dans cet état, il faut la renfermer dans des vaisseaux de grès ; car dans les vaisseaux de verre les rayons lumineux qui traversent cette matière lui donnent, au bout d'un certain temps, une couleur jaune et même brune.

Cette analyse démontre que le succin est formé d'une grande quantité d'huile combinée avec un acide. Il contient encore une très-petite quantité de terre, dont on n'a point examiné la nature, et quelques atomes de fer.

L'huile de succin paraît se rapprocher des huiles volatiles ; elle a leur volatilité, leur odeur ; elle est très-inflammable ; elle paraît susceptible de former des savons avec les alcalis.

45. L'acide succinique, qu'on a d'abord nommé *sel volatil* de succin, a été regardé pendant quelque temps comme un sel alcali. Glaser, Lefevre, Charas, et Jean-Maurice Hoffman professeur à Altdorf, étaient de ce sentiment. Barchusen et Boulduc le père sont les deux premiers chimistes qui, vers la fin du dix-septième siècle, ont reconnu la nature acide de ce sel. Depuis eux, tous les chimistes ont adopté cette découverte ; mais ils n'ont point été d'accord entre eux sur la nature de cet acide. Fréderic Hoffman, fondé sur ce que le succin se

trouvait en Prusse sous des couches de matières remplies de pyrites, a imaginé que son sel était formé d'acide sulfurique. Neuman paraît avoir eu le même sentiment. Bourdelin, dans le mémoire cité plus haut, rapporte plusieurs expériences qu'il a faites pour déterminer la nature de cet acide. Il observe d'abord que l'acide du succin obtenu par la distillation de ce bitume, quelque blanc et quelque pur qu'il soit, contient toujours une matière huileuse : c'est sans doute à cette substance huileuse que sont dues son odeur, et l'espèce de combustibilité dont il jouit, et qu'il présente lorsqu'on le jette sur des charbons ardens. Il a tenté plusieurs moyens pour le débarrasser de cette substance ; l'alcool n'a pas pu remplir ses vues : l'alcali fixe seul, digéré sur le succin dans le dessein de lui enlever sa partie grasse et huileuse et d'obtenir son sel séparé, n'a pas eu plus de succès ; il a seulement dissous un peu de bitume, et il a pris une saveur lixivielle et salée comme le muriate de soude. Enfin Bourdelin n'a pas trouvé de meilleur procédé pour unir l'acide du succin pur et privé de matières huileuses avec l'alcali fixe, que de faire détoner un mélange de deux parties de nitre avec une partie de ce bitume. Il a lessivé le résidu de cette détonation avec de l'eau distillée. Cette lessive était ambrée ; elle a précipité la dissolution nitrique d'argent en caillé blanc, celle du mercure avec la même couleur. Plusieurs autres dissolutions métalliques ont été également décomposées ; mais Bourdelin n'a regardé que les deux premières comme concluantes. Elles lui ont paru indiquer que l'acide du succin était le même que celui du sel marin, puisqu'il présentait les mêmes phénomènes que ce dernier avec les dissolutions nitriques de mercure et d'argent. La lessive du résidu de la détonation du succin avec le nitre, ayant été évaporée à l'air, a donné une matière mucilagineuse, au milieu de laquelle se sont peu à peu déposés des cristaux carrés alongés, dont la forme, la saveur salée, la décrépitation sur les charbons ardens, et sur-tout l'effervescence considérable et

l'odeur acide muriatique qu'ils exhalèrent par l'affusion de l'acide sulfurique concentré, indiquèrent à l'auteur que cet acide muriatique y était uni à la base du nitre.

46. Malgré cette analyse, qui est fort exacte pour le temps où Bourdelin travaillait, les chimistes qui ont examiné depuis lui l'acide du succin, ne l'ont point trouvé analogue à l'acide muriatique, et y ont découvert tous les caractères d'un acide végétal huileux. Bergman, qui paraît avoir adopté cette opinion, donne les détails suivans sur les propriétés et les affinités électives de ce corps.

L'acide succinique, retiré par la sublimation, et purifié par des dissolutions et des cristallisations successives, forme, avec la potasse et l'ammoniaque des sels neutres cristallisables et déliquescens.

Avec la soude, il donne un sel qui n'attire point l'humidité de l'air.

Uni à la chaux et à la barite, il constitue des sels peu solubles ; la magnésie forme avec lui une matière épaisse comme une gomme.

Il dissout les oxides métalliques ; et les succinates produits par ces dissolutions sont la plupart cristallisables et permanens.

La barite, la chaux et la magnésie enlèvent, suivant lui, l'acide succinique aux alcalis. La barite décompose les succinates de chaux et de magnésie, et l'eau de chaux précipite la magnésie unie à cet acide.

47. On n'a pas suivi plus loin l'examen des propriétés chimiques de ce bitume. On ne connaît même pas la manière dont les acides sont susceptibles d'agir sur lui. Frédéric Hoffman assure qu'on peut le dissoudre en entier dans la lessive d'alcali caustique et dans l'acide sulfurique. On sait encore que l'huile volatile de succin peut s'unir avec l'ammoniaque caustique, et former par le simple mélange et l'agitation une sorte de savon liquide, d'un blanc laiteux, d'une odeur très-pénétrante, qu'on connaît en pharmacie sous le nom d'*eau-*

de-luce ; enfin que cette même huile dissout le soufre à l'aide de la chaleur d'un bain de sable, et constitue un médicament appelé baume de soufre succiné.

48. Le succin est d'usage en médecine, comme antispasmodique; on l'a recommandé dans les affections hystériques, la suppression des règles, la gonorrhée, les fleurs blanches, etc. On l'emploie en nature après l'avoir lavé avec de l'eau chaude, et réduit en poudre fine sur le porphyre. On s'en sert sur-tout pour des fumigations fortifiantes et résolutives, en jettant ce bitume en poudre sur une brique bien chaude, et en dirigeant sur la partie qu'on se propose de soumettre à son action la fumée qu'il exhale.

L'acide liquide et l'acide concret du succin sont regardés comme béchiques, incisifs, cordiaux et antiseptiques ; on les administre aussi comme de puissans diurétiques.

L'huile de succin est employée extérieurement et intérieurement aux mêmes usages que le succin lui-même ; on la prescrit à des doses moins fortes, à cause de son activité plus grande.

Le baume de soufre succiné, que l'on donne à la dose de quelques gouttes dans des boissons appropriées, ou mêlé avec d'autres substances pour en former des pillules, a du succès dans les affections humorales et pituiteuses de la poitrine, des reins, etc.

On fait avec l'acide liquide du succin et l'opium un sirop appelé sirop de karabé, que l'on emploie avec avantage comme calmant, anodin et antispasmodique.

L'*eau-de-luce*, que l'on prépare en versant quelques gouttes d'huile de succin dans un flacon plein d'ammoniaque caustique, et en agitant ce mélange jusqu'à ce qu'il ait pris une couleur blanche laiteuse, est depuis long-temps en usage comme un irritant très-actif dans les asphixies ; on l'approche des narines, dont elle stimule les nerfs ; et c'est par les secousses qu'elle excite, qu'elle ranime le mouvement des fluides et fait revenir les malades.

49. Les plus beaux morceaux de succin sont taillés et tournés pour en faire des vases, des pommes de canne, des colliers, des bracelets, des tabatières, etc. Ces sortes de bijoux ne sont plus recherchés chez nous depuis que les diamans et les pierreries sont connus ; mais on les envoie en Perse, en Chine, et chez plusieurs nations, qui les estiment encore comme de grandes raretés. Wallerius dit qu'on peut employer les morceaux les plus transparens pour faire des microscopes, des verres ardens, des prismes, etc. On assure que le roi de Prusse avait un miroir ardent de succin d'un pied de diamètre, et qu'il y a dans le cabinet du duc de Florence une colonne de succin de dix pieds de hauteur et un lustre très-beau. On peut réunir deux morceaux de ce bitume en les induisant de dissolution de potasse, et en les rapprochant après les avoir chauffés.

§. IV.

Du bois pétrifié.

50. La dernière altération qui doit être considérée dans les végétaux enfouis est relative à ce qu'on nomme le bois pétrifié, ou les matières végétales pétrifiées en général. Un seul mot suffira pour faire bien concevoir ce prétendu genre d'altération. C'est une grande erreur que de croire à la conversion d'une matière végétale en silex, comme le nom de bois pétrifié semble l'annoncer. On ne peut cependant pas douter qu'il n'existe des matières silicifiées fossiles qui offrent la forme, le tissu, non seulement d'un bois en général, mais même de tel bois en particulier. A la vérité, ce n'est pas d'après l'apparence de simples fibres, comme on le fait si souvent, qu'on peut reconnaître un bois pétrifié. La plus grande partie des échantillons qu'on trouve sous ce nom dans les collections d'histoire naturelle, ne sont rien moins que de véritables substances ligneuses, mais seulement des espèces de jaspes

qui affectent des lignes ou des raies fibriformes. Pour qu'un fossile soit bien véritablement rangé dans le genre du bois pétrifié, il faut que les fibres ligneuses ou plutôt ce qui en tient la place, soient disposées en couches concentriques et annuelles, qu'on aperçoive de plus entre elles les prolongemens médullaires partant du centre et se répandant à la circonférence.

51. Dans le cas où cette dernière structure, la seule irrécusable, existe, elle annonce un bois pétrifié, puisqu'il est bien reconnu en même temps qu'il ne faut pas entendre par là l'ancienne substance ligneuse, convertie toute entière avec sa forme son tissu et ses dimensions en matière silicée: il est nécessaire de concevoir autrement la formation de ce fossile, revêtu d'apparence organique. Le bois, l'arbre, les feuilles, le fruit, ou toute autre substance végétale nommée improprement pétrifiée, s'est détruit peu à peu et presque molécule à molécule dans l'intérieur d'une terre humide, où il a laissé un moule creux rempli à mesure par de la terre silicée que l'eau y a rapportée. Ainsi ce n'est vraiment pas un bois pétrifié, mais seulement un bois remplacé par une matière silicée, mélangée d'ailleurs d'autres terres et d'oxides métalliques. Cette espèce de silicification est donc la preuve de la destruction complète de la matière végétale, et de la disparition de tout ce qui en formait les élémens. Il n'y a plus rien au-delà dans les altérations dont les végétaux sont susceptibles.

SIXIÈME ORDRE DE FAITS

SUR LES COMPOSÉS VÉGÉTAUX.

Des phénomènes chimiques que présentent les végétaux vivans, ou de la physiologie végétale expliquée par les forces chimiques.

ARTICLE PREMIER.

Des végétaux considérés comme des espèces d'instrumens ou d'appareils chimiques.

1. En commençant cette section, j'ai déja annoncé que les végétaux pouvaient être considérés comme des êtres destinés par la nature à commencer l'organisation de la matière brute, à combiner trois à trois les substances simples, à former des composés dont on ne trouve aucun analogue dans les fossiles proprement dits, à disposer ces matériaux primitifs du globe et de l'atmosphère à devenir la source de la vie, et à établir conséquemment une communication, un passage non interrompu entre les minéraux et les animaux : de sorte que la vie des êtres animés ne pourrait pas être entretenue sans le travail de la végétation.

2. Il résulte de ce phénomène, bien avéré aujourd'hui, que les plantes sont véritablement des appareils ou instrumens chimiques dont la nature se sert pour opérer des combinai-

sons qui n'auraient point lieu sans ces instrumens, et qui ne pourraient pas exister sans l'organisation végétale ; mais la nature, aussi admirable dans la simplicité de ses moyens que dans la constance et la régularité de ses opérations, trouve dans un seul mécanisme, et l'organisation végétale elle-même, et l'appropriation de la matière brute nécessaire à l'entretien de la vie des animaux, ou plutôt l'un de ces mouvemens est la suite nécessaire de l'autre : ils s'accompagnent nécessairement, et sont absolument dépendans l'un de l'autre.

3. Ainsi l'analyse végétale ne doit pas seulement consister dans l'examen chimique des substances extraites des plantes et déja privées de la vie ; elle doit s'appliquer encore à considérer les propriétés de ces substances toutes contennes dans les végétaux et participant à leur mouvement vital ; elle doit rechercher comment se forment les changemens divers qu'elles y éprouvent, les élaborations successives qu'elles y subissent, et les usages auxquels chacune d'elles est consacrée dans la vie végétale. C'est l'ensemble de ces faits que je nomme phénomènes chimiques des végétaux vivans, et que je place à la suite des cinq ordres de faits précédemment examinés, parce que la connaissance de ceux-ci est très-propre à conduire à la connaissance des autres.

4. Avant la chimie pneumatique, la science ne possédait aucun moyen, ni d'étudier, ni de concevoir cette belle partie de la physique. Les premières expériences qu'on avait faites depuis Hales jusqu'à Duhamel et Bonnet, semblaient appartenir à un autre genre de connaissances que celles que pouvait fournir la chimie ; et celle-ci, trop modeste encore, et trop resserrée dans sa marche, ne s'était occupée que de l'art d'extraire, d'isoler, de purifier, de conserver les différens matériaux des plantes, sur-tout de les approprier à l'usage médicinal. Ce n'est que par la découverte des fluides élastiques que s'est opérée une liaison plus intime entre les vues de la chimie et celles de la physique végétale, qu'on a commencé à sentir qu'il serait

dorénavant impossible d'étudier et de concevoir le mécanisme de la végétation, sans lier aux anciennes expériences, aux recherches faites jusque-là, les données et les moyens de la chimie.

5. On a donc commencé dès-lors à se servir des appareils chimiques et pneumatochimiques pour étudier les phénomènes de la végétation, pour déterminer ce que les plantes puisaient dans la terre, dans l'eau et dans l'air, ce qu'elles empruntaient de la lumière et du calorique, comment les matières qu'elles absorbaient les nourrissaient et comment elles devenaient des composés végétaux, en un mot en quoi consistait véritablement la vie végétale. Ce premier travail a offert aux physiciens une carrière nouvelle, immense, dans laquelle ils n'ont fait encore que quelques pas; elle est hérissée de difficultés beaucoup plus grandes encore que l'analyse des matières végétales mortes. C'est un exposé rapide de ces premiers pas et des découvertes auxquelles ils ont conduit, que je range dans ce dernier ordre de faits.

ARTICLE II.

De la nutrition végétale en général.

1. En réfléchissant sur le but que la chimie doit se proposer de remplir pour expliquer le mécanisme encore mystérieux de la végétation, on voit que le premier et le plus important problème qu'elle doit résoudre, consiste à déterminer comment la matière brute ou inorganique, les corps fossiles ou aériformes, reçus dans les vaisseaux des plantes, y prennent la nature des composés végétaux; comment, avec des substances simples ou des composés binaires, les végétaux forment les matières qui les alongent, les développent, les

agrandissent, les nourrissent, augmentent leurs masses, et donnent ainsi naissance à tous les phénomènes successifs que leur vie présente.

2. Pour trouver la solution de ce problème, il faut d'abord observer que, dans la plupart des circonstances de la végétation, les matières qui servent de nourriture primitive aux plantes semblent se réduire à presque rien, lorsqu'on oppose leur ténuité à la solidité des végétaux. On sait qu'une foule de végétaux croissent sur des pierres dures et solides qui ne peuvent rien leur communiquer; que telle est la première végétation qui s'établit pour les lichens et les mousses sur les quartz et les granits, et qu'il semble qu'à la rigueur la matière nourricière des plantes puisse leur être apportée uniquement par l'air, puisqu'on ne peut pas supposer que la silice condensée dans les pierres suffise à cet usage.

3. On peut faire la même réflexion sur les végétaux et même sur les arbres quelquefois d'une grande étendue, qui poussent dans du sable pur, qui croissent et jettent même de profondes racines dans des grès compacts, dans des fentes de laves d'une excessive dureté. On ne doit pas être étonné, d'après cela, de voir les pierres des édifices couvertes de végétations, dont la petitesse et la surface multipliée annoncent que le contact de l'air suffit seul à leur existence.

4. Mais si l'on peut conclure de cette observation générale et constante que l'aliment solide ou pulvérulent n'est pas absolument nécessaire aux végétaux, il n'en est pas de même de la lumière, du calorique, de l'air et de l'eau. Trop de faits se rassemblent ici pour n'être pas convaincu que ces corps si abondans autour du globe, à sa surface, ou dans ses cavités, que la nature a placés de toutes parts, sont indispensables à leur existence; et qu'au défaut d'une nourriture plus substantielle, si souvent refusée par le sol, les plantes puisent dans ces foyers immenses de matière et de vie la substance propre à leur entretien. Il faut donc examiner en

particulier l'influence de chacun de ces corps primitifs sur la végétation.

ARTICLE III.

De l'influence de la lumière sur la végétation.

1. C'est un fait connu depuis très-long-temps que la lumière du soleil a une influence bien prononcée sur la végétation. Les plantes semblent la chercher et se pencher du côté d'où elle vient. On l'observe sur les cheminées où l'on élève des plantes à oignon ; elles se courbent du côté des fenêtres. On le remarque dans les forêts où les arbres sont très-serrés les uns contre les autres : ils s'élèvent alors, et vont chercher par leur situation verticale la lumière au-dessus les uns des autres, suivant leur vigueur. Les planter même à peu de distance, c'est favoriser leur ascension.

2. L'espèce de sensibilité des végétaux pour la lumière est telle qu'on voit les plantes enfermées sous des cages de bois qui n'ont que quelques fissures, et où l'air circule par-dessous, se porter vers les fentes, s'incliner pour rechercher les rayons lumineux. Les herbes semées dans des souterrains s'élancent vers les soupiraux, et se prolongent dans la continuité des canaux qui admettent une portion de lumière.

3. Toute végétation qui s'opère à l'ombre est accompagnée de phénomènes qui prouvent bien l'influence de la lumière. Depuis les faibles herbes qui croissent sous les pierres, entre des touffes ombragées de mousses, dans les souterrains des mines, jusqu'à celles qu'on élève exprès dans des caveaux, ces végétaux montrent par-tout un tissu lâche, mou et aqueux, des tiges ou des jets herbacés, élancés, sans vigueur, sans saveur, sans couleur. Leurs fibres, abreuvées de liquide et

comme œdémateuses, ne prennent jamais le caractère ligneux. Leur goût est toujours fade et aqueux ; jamais elles ne deviennent aromatiques ou parfumées. On nomme, en général, ces plantes *étiolées*. Le même phénomène a lieu dans les feuilles qui s'enveloppent et se recouvrent, soit en s'engaînant, soit en se plissant les unes sur les autres, comme dans les laitues, les chicorées, les cardons, qu'on entretient serrés par des liens dans l'art du jardinage, dans les choux pommés, etc. Les feuilles extérieures sont très-vertes, et celles du dedans blanches et *étiolées*.

4. Au contraire, les lieux où la lumière tombe plus directement, les climats situés sous l'équateur ou voisins de la ligne équinoxiale, sont chargés de végétaux durs, ligneux, colorés, aromatiques : c'est la patrie des bois durs, des feuilles très-foncées et souvent solides, des huiles volatiles, des résines, du principe camphré, des aromates, des plantes très-sapides et très-médicinales, et même des poisons végétaux les plus terribles. Cet effet est très-marqué encore dans les climats tempérés, par rapport aux mêmes plantes comparées dans leur croissance libre au sein de l'air, dans les champs où elles reçoivent de toutes parts la lumière du jour, et dans leur éducation artificielle, à l'ombre des souterrains, comme on l'a pratiqué sur diverses variétés de chicorées et d'endives qu'on cultive pour les salades d'hiver.

5. Cette influence de la lumière se marque même par l'effet des lampes, d'après les expériences intéressantes du citoyen Tessier à Paris, et de M. Humboldt à Berlin. Ce dernier, il est vrai, a prouvé de plus que le contact de quelques autres fluides élastiques pourrait remplacer en quelque sorte la lumière et produire un effet analogue, comme je le ferai voir plus bas ; mais il n'en est pas moins vrai que la lumière artificielle des lampes produit une action analogue à celle de la lumière naturelle, et qu'en les multipliant on ne puisse faire naître dans la végétation des phénomènes plus ou moins

rapprochés de ceux qu'on observe de la part des rayons du soleil.

6. Les causes de cet effet de la lumière sur la végétation ne sont point encore positivement découvertes, ou au moins établies de manière à ce qu'il ne reste aucun doute aux physiciens. Les uns pensent que c'est par une véritable combinaison avec la matière végétale qu'elle en change la nature, et qu'elle en opère sur-tout la combinaison : d'autres assurent que son contact ne fait que favoriser la décomposition de l'eau et de l'acide carbonique, la fixation de l'hidrogène de l'une et du carbone de l'autre, dans les composés végétaux, et le dégagement de leur oxigène en torrent gazeux. On verra bientôt, dans les articles suivans, d'après quels faits je trouve cette seconde opinion plus vraisemblable que la première. Il faut toujours remarquer que l'effet de la lumière sur les végétaux, à quelque cause qu'il soit dû, est de les échauffer, d'augmenter leur force de succion, de s'opposer à la décomposition septique, de les colorer, d'y faire naître des corps huileux, aromatiques, âcres, d'y favoriser le dégagement du gaz oxigène, et de rendre en général la végétation très-active.

ARTICLE IV.

De l'influence de l'air sur la végétation.

1. On ne doute pas plus de la grande influence de l'air que de celle de la lumière sur la végétation; ou plutôt ceux même des physiciens qui ne reconnaissent pas comme aussi forte que je l'ai dit l'influence de cette dernière, reconnaissent au moins la grande nécessité de l'air dans cette opération de la nature : et en effet, tous les phénomènes que présentent

les plantes se réunissent pour prouver l'utilité et même la nécessité de l'air à la végétation. On sait avec quelle vigueur poussent les plantes qui y sont bien exposées, et la langueur qu'éprouvent les végétaux qui en sont privés.

2. C'est un fait bien constant et bien certain qu'il n'y a pas une plante qui, renfermée sous un récipient où l'air n'est pas renouvelé, quand d'ailleurs toutes les autres circonstances lui seraient entièrement favorables, périt avec plus ou moins de promptitude, suivant la masse de ce fluide qu'on lui accorde : tandis que si, au moment où elle commence à languir, on la sort de cette prison, et on la plonge dans l'air libre, ou bien si on y en fait passer de nouveau, sur-tout du gaz oxigène, elle reprend bientôt sa première vigueur et sa première force. On voit ce phénomène bien plus en grand lorsqu'on compare l'état chétif et le peu d'accroissement que la même plante présente dans un jardin étroit et resserré, avec la grandeur qu'elle acquiert dans un champ vaste, la faiblesse des moissons dans le voisinage des arbres avec l'abondance qu'elles offrent en rase campagne, la différence de beaucoup de végétaux croissant au fond des forêts sombres et ombragées, avec leur hauteur et leur force quand ils ont crû dans un terrain libre et sur les croupes des côteaux ou des montagnes.

3. Mais en quoi consiste cette influence, et où peut-on en trouver la cause? L'air atmosphérique est un fluide si abondant en matériaux différens, outre la nature propre de ses deux composans, le gaz oxigène et le gaz azote, outre la petite proportion de gaz acide carbonique qu'il contient toujours, et sur-tout par rapport à la quantité d'eau si variée qu'il dissout suivant une foule de circonstances diverses, qu'il est très-difficile de déterminer par quelle matière il sert si éminemment et si indispensablement à la végétation. Aussi cette partie du problème de la physiologie végétale est-elle encore entièrement neuve, et n'a-t-elle point été résolue. Les

physiciens ont proposé différentes hypothèses dont l'expérience n'a point encore fait reconnaître l'existence ou la vérité. Les uns ont pensé que l'air pénétrait dans les végétaux, et y entretenait la vie par une espèce de respiration comme dans les animaux. Hales n'était pas éloigné de cette idée, d'après son expérience de l'air qu'il avait vu passer de l'atmosphère dans les tiges, lorsqu'il faisait le vide dans le bas de celle-ci renfermée sous un récipient pneumatique. Mais cette expérience n'offre rien d'applicable au mécanisme de la végétation, puisque le vide, cause de ce passage de l'air, ne peut jamais avoir lieu dans les plantes. On ne peut rien trouver dans ces êtres qui ressemble à la respiration des animaux.

4. D'autres physiciens croient que l'air porte la nourriture aux plantes, que c'est dans l'atmosphère qu'elles la puisent toute entière ou presque toute entière; que pour qu'elles l'y trouvent, il faut que ce fluide contienne toujours une égale proportion de ses deux principes fluides élastiques; que lorsqu'il est épuisé de son gaz oxigène, qui sert spécialement à la végétation, il ne peut plus entretenir cette opération, et qu'alors les plantes y meurent. Quant à la nécessité de ce renouvellement, ils l'admettent dans celle de recevoir des espèces d'excrémens, ou une transpiration végétale qui en convertit le gaz oxigène en acide carbonique, ou dans celle de fournir par son absorption même un des alimens du végétal. L'une et l'autre de ces idées peuvent être vraies en même temps. Aucune expérience positive ou assez exacte n'a encore montré que l'une méritait exclusivement d'être préférée à l'autre.

5. La nécessité de l'air pour l'entretien de la vie végétale paraît tenir si essentiellement à la présence du gaz oxigène dans ce fluide, que, suivant les expériences de M. Ingenhousz, on peut faire végéter des plantes dans des gaz non respirables, spécialement dans du gaz azote et du gaz hidrogène, pourvu qu'on y introduise une certaine quantité de gaz oxi-

gène. Il paraît que ce dernier, devenant l'excipient du carbone qui se dégage des plantes, et qui est un de leurs excrémens, passe ainsi à l'état d'acide carbonique, qui peut de nouveau servir lui-même à la végétation, comme je le ferai voir dans un des articles suivans.

ARTICLE V.

De l'influence de l'eau sur la végétation.

1. L'eau est si utile à la végétation, et cette utilité est si frappante pour tous les hommes, que le plus grand nombre de physiciens la regarde comme le premier mobile de l'accroissement des plantes, et comme le plus utile des matériaux qui entrent dans leur composition, depuis les expériences de Van-Helmont, de Boyle et de Duhamel, qui ont fait croître des arbres dans l'eau pure pendant plusieurs années, jusqu'à celles de Tillet, qui a prouvé que la nature du sol où les graines germent est presque indifférente, et qu'elles ne demandent presque que la présence de l'eau pour la germination. Tous les essais des physiciens, toutes les observations des naturalistes et des agriculteurs se réunissent pour prouver la grande utilité de l'eau dans la végétation; et son importance supérieure à tous les autres matériaux, est un fait généralement reconnu, sur lequel on ne peut élever aucun doute, et dont l'explication a beaucoup occupé les savans.

2. S'il est nécessaire, pour assurer davantage cette influence première, cette grande utilité de l'eau dans la végétation, de joindre aux essais exacts, mais toujours resserrés des physiciens, les résultats également concluans par leur authenticité comme par leur masse, des expériences faites en grand, on

pourrait citer la fertilité des lieux toujours humides, la richesse des prairies arrosées, l'avantage des terres parcourues par des ruisseaux sur les terrains secs et arides; on pourrait invoquer la fameuse expérience des débordemens annuels du Nil, et de la fertilité de l'Égypte due à cette inondation, regardée par les habitans comme une faveur du ciel. Les faits empruntés de l'agriculture-pratique et de l'histoire des productions des différentes contrées, fourniraient des preuves irrécusables, et qu'il est même utile d'accumuler davantage, de cette influence bien avérée de l'eau sur la végétation. On en trouverait encore une également frappante dans l'industrie si remarquable de ces maraîchers de Paris, qui tirent un si grand avantage des marais situés de toutes parts autour de cette immense ville, qui forcent la terre de se couvrir de récoltes abondantes et non interrompues, et qui doivent cette presque étonnante série de productions végétales à la quantité énorme d'eau qu'ils portent sans cesse dans leurs terrains, et aux arrosemens perpétuels par lesquels ils les fertilisent.

3. Une question importante s'élève relativement à cette influence de l'eau dans la végétation : pour essayer de la résoudre, il faut commencer par observer de quelle manière elle agit dans les divers organes des plantes. Il n'y a nul doute qu'elle ne passe par les racines, puisqu'une plante desséchée, fanée, se redresse, reprend de la fraîcheur, et continue à végéter quand ses racines plongent dans l'eau; puisqu'on voit des liqueurs colorées monter dans les vaisseaux de jeunes radicules blanches, et les imprégner de leur couleur; puisqu'enfin toute plante, tout arbre dont les racines sont plus ou moins humectées ou arrosées, pousse avec plus ou moins de vigueur, et remplit toutes ses fonctions. Cette eau monte dans les tiges et se répand dans toutes les parties des plantes : elle s'écoule ou s'échappe en partie par les feuilles qui la reversent dans l'atmosphère; et plus cette transpiration

est abondante, d'après la chaleur et la qualité dissolvante de l'air, plus la succion d'eau par les racines est considérable.

4. Il n'est pas douteux davantage que la germination s'opère, sinon exclusivement, au moins en partie, à l'aide de l'eau, puisqu'avant de germer les graines ont besoin d'en absorber, puisque toute matière sèche exclue la germination, et puisqu'il faut une terre humectée, ou une substance, une surface humide quelconque, pour la faire naître. Il ne paraît cependant pas qu'elle puisse avoir lieu par l'action de l'eau seule, et que les graines entièrement plongées sous l'eau puissent germer : on pense même que cela n'a pas lieu pour les plantes aquatiques, dont les graines ne lèvent qu'à la surface de l'eau, et dont quelques-unes se plongent ensuite dans la vase pour y attacher leurs racines. Mais n'est-ce que par les graines pendant la germination, et par les racines pendant la végétation, que l'eau pénètre ainsi les végétaux ? et n'y a-t-il pas d'autre voie par laquelle elle s'introduit dans les plantes ?

5. La plupart des physiciens qui se sont occupés de la physique des végétaux ont pensé que les feuilles des plantes étaient chargées de vaisseaux et de pores absorbans, par lesquels elles aspiraient ou pompaient dans l'atmosphère l'eau qui s'en séparait sous forme de rosée, et que cette absorption, qui pouvait suppléer à celle des racines quand la terre était sèche, se faisait sur-tout les nuits et dans les temps de la rosée. On a même invoqué, pour appuyer cette opinion, la différence des deux surfaces de feuilles, si bien observée par Bonnet, et qui est telle dans leur structure comme dans leur fonction, que, placées sur l'eau par la page inférieure ou matte, les feuilles restent vertes ou végètent ; et, posées sur le même liquide par la page supérieure ou lisse, elles se dessèchent et périssent, ou vivent beaucoup moins long-temps que les autres. La première surface était réputée absorbante

ou inhalante ; et la seconde, exhalante. Mais on ne voit pas comment et par quelle force l'eau atmosphérique pourrait pénétrer ; comment elle pourrait, sans repousser les liquides contenus dans les vaisseaux des plantes, s'insinuer dans les canaux que ces liquides occupent, à moins que de supposer un vide ; et l'on sait que celui-ci n'est pas prouvé.

6. De quelque manière et par quelque voie que l'eau s'insinue dans les vaisseaux des plantes, toujours est-il certain qu'elle les parcourt continuellement, qu'elle pénètre tous les organes et tous les points, qu'elle s'y renouvelle sans cesse, que ce renouvellement et cette circulation sont nécessaires à l'existence des végétaux, puisque la force et la promptitude de la végétation suivent assez exactement la proportion d'eau absorbée. Il ne s'agit plus que de savoir à quoi l'eau est utile dans la nutrition des végétaux ; car c'est par l'effet de son introduction, de son séjour et de son passage dans leur intérieur, que les plantes croissent. Voici ce que l'état de la science a permis jusqu'ici de découvrir. L'eau qui passe et se filtre à travers les racines, entraîne d'abord avec elle tout ce qu'elle prend dans la terre qui en est imprégnée ; et, sous ce point de vue, elle est d'abord le véhicule de tout ce que la terre peut contenir d'alimentaire pour les plantes.

7. On a bien prouvé aujourd'hui que l'eau imprégnée d'air et de quelques fluides élastiques dissolubles était beaucoup plus utile à la végétation que de l'eau sans air, que de l'eau bouillie. Voilà pourquoi l'eau de neige, qui, à mesure qu'elle fond peu à peu, reprend l'air qu'elle avait perdu, et s'insinue à cet état d'aération dans la terre où elle arrose les racines, procure dans les premiers jours de printemps un accroissement si prompt et si remarquable. C'est par la même raison que l'eau d'une pluie fine et douce, qui, après avoir traversé une partie de l'atmosphère, et y avoir pris une quantité notable d'air, couvre également et pénètre graduellement le terrain où sont implantées les racines, augmente avec activité

la crue des plantes. On remarque encore que, quand on arrose des plantes avec de l'eau de puits ou de citerne, la végétation en est beaucoup moins forte que lorsque l'eau d'arrosement a coulé plus ou moins long-temps auparavant avec le contact de l'air, dont elle a pu se saturer.

8. Les diverses matières contenues dans la terre et qui peuvent contribuer à la nutrition végétale, y sont sous une forme sèche et solide, qui ne leur permet pas de pénétrer le tissu des racines, et par conséquent celui des tiges des plantes. C'est l'eau qui charie, soit comme suspendues par leur division extrême, soit comme dissoutes par un véritable agent chimique approprié, les molécules de diverse nature qui peuvent servir de nourriture aux plantes. Ainsi c'est l'eau qui donne à ces molécules nourricières pour les végétaux, la forme liquide qui leur convient, et sans laquelle ces molécules ne seraient jamais introduites dans leur tissu. Plus il passe de ce dissolvant, et plus l'on doit concevoir qu'il élève avec lui de matière alimentaire dans les organes des plantes. On verra que l'eau peut apporter ainsi jusqu'à la terre silicée, qu'on retrouve en effet dans l'analyse végétale après la séparation de tous les matériaux dissolubles, salins, inflammables, etc.

9. Il est presque inutile de faire remarquer qu'en passant sans cesse dans les vaisseaux des végétaux, en y portant les substances diverses propres à en augmenter les matériaux et à leur donner l'accroissement, l'eau en distend, en remplit, en gonfle, en alonge les canaux; qu'elle en soutient les mailles, les aréoles, le tissu, en général, au degré de distension convenable; qu'ainsi l'on conçoit très-bien comment, après une sécheresse, un hâle, un contact des rayons brûlans du soleil, les plantes fanées, dont le feuillage plissé, penché et tombant, menace même de passer à un état plus souffrant et à une mort certaine si leur soif n'est pas satisfaite, s'élèvent, se redressent, présentent leurs feuilles dans l'extension et avec le développement, l'épanouissement, la

coloration convenables à leur existence, et recommencent bientôt à pousser avec plus de vigueur qu'auparavant.

10. Personne ne doute encore que l'eau toute entière entre comme telle, et sans décomposition, dans les principes constituans des plantes, et ne fasse partie des élémens qui les composent. Ainsi l'eau fait la base de la sève et de tous les sucs qu'on y rencontre; ainsi elle y tient en dissolution les acides, les sels, les extraits; elle y ramollit les mucilages, etc. Telle était la seule idée que les anciens chimistes avaient de l'usage de l'eau dans la végétation; ils la poussaient jusqu'à croire que l'eau existait solide dans plusieurs composés végétaux. Aujourd'hui l'on a une opinion plus grande de son utilité végétative.

11. Depuis que Lavoisier et le citoyen Berthollet se sont occupés de cet objet en 1785 et 1789; depuis qu'Ingenhousz a reconnu que des feuilles plongées dans l'eau et exposées au soleil exhalaient du gaz oxigène, on a pensé que l'eau se décomposait dans les vaisseaux des végétaux, et particulièrement dans ceux de leurs feuilles; que cette décomposition était favorisée par le contact de la lumière, sur-tout par celle du soleil; que par l'effet de cette décomposition, l'inverse de celle que les chimistes en opèrent par les corps combustibles, l'eau déposait dans les plantes son hidrogène, qui y formait en partie les huiles, les extraits, les parties colorantes; qu'une portion de son oxigène s'y fixait en même temps pour y constituer les oxides muqueux sucré, féculent, etc., ou les acides végétaux; que la plus grande partie de ce principe oxidant et acidifiant, détaché ou séparé de l'hidrogène, et fondu par le calorique de la lumière, prenait la forme de gaz, et sortait souvent avec rapidité de la surface des végétaux, et spécialement de leurs feuilles pour se répandre dans l'atmosphère.

12. Ainsi par cette découverte de la décomposition de l'eau dans les feuilles frappées par les rayons du soleil, on a trouvé

tout à la fois une ingénieuse explication de la grande utilité de ce liquide pour la végétation, et une source des deux principaux élémens qui entrent dans la composition des matériaux des plantes, parmi lesquels on sait assez que l'hidrogène joue le principal rôle ; et la manière de concevoir comment, par un mécanisme bien simple, la nature renouvelle l'atmosphère, et lui rend, au moyen de la végétation, qui dans ce sens est une décombustion, l'oxigène que tant de causes réunies lui enlèvent sans cesse. Ainsi l'on est parvenu, par la connaissance d'un phénomène simple et d'une cause unique, à rendre raison d'une foule de faits et de circonstances compliquées dont on ne concevait pas auparavant l'existence ou les rapports avec la physique. Il faut remarquer cependant qu'il est quelques physiciens modernes qui nient cette décomposition de l'eau par les feuilles vivantes, à l'aide du soleil qui les frappe. On verra bientôt sur quoi ils se fondent.

ARTICLE VI.

De l'influence du gaz acide carbonique, et de quelques autres gaz sur la végétation.

1. Après les principales découvertes sur la différence et les propriétés des diverses espèces de fluides élastiques, on a cherché à déterminer leur action et leur influence sur la végétation. Il a été bientôt reconnu qu'aucun autre gaz que l'air ordinaire et le gaz oxigène ne pouvaient entretenir ce grand phénomène, et qu'à cet égard il présentait une analogie bien marquée avec la vie des animaux et la combustion.

2. Mais on s'aperçut, dans le cours de ces recherches, que

la pureté de l'air n'était pas, à beaucoup près, aussi indispensable pour l'entretien de la végétation que pour celui de la respiration; que les végétaux continuaient à vivre dans un air assez altéré ou gâté pour ne pas pouvoir servir à la vie des animaux; que la plupart poussaient même plus fortement dans un air un peu impur que dans de très-bon air; et que, dans ce dernier cas, l'air gâté qui servait à cette végétation un plus vigoureuse, s'améliorait sensiblement, au moins dans les premiers temps de cette action, au lieu de continuer à s'infecter comme il le fait par toute espèce de combustion et par la respiration des animaux.

3. Quand le dernier fait cité, celui des plantes végétant avec plus de vigueur dans de l'air gâté que dans de l'air très-pur, eût été confirmé par des expériences assez nombreuses, il fallait déterminer à quoi ce singulier effet était dû; quel genre d'altération dans l'air, loin d'être nuisible, semblait être profitable à la végétation; quel gaz, diminué ou ajouté dans l'atmosphère, produisait cet effet singulier, et par quel mécanisme il était réellement produit. Quoique cette détermination ne soit pas encore entièrement complète, on a cependant trouvé en la recherchant quelques faits importans, et qui peuvent au moins servir à résoudre une partie de la grande question qu'elle renferme.

4. On a reconnu, soit par l'analyse même de l'air gâté par les animaux et encore bon pour la végétation, soit par la composition artificielle de mélanges aériens où l'on a fait végéter des plantes, que c'était à une certaine proportion d'acide carbonique contenu en quantité beaucoup plus grande que dans l'air ordinaire, que cet usage avantageux à la végétation avait lieu. M. Ingenhousz s'est assuré qu'en introduisant dans du gaz azote et dans du gaz hidrogène, qui chacun isolément ne peuvent servir à entretenir la vie des végétaux, une certaine quantité de gaz azote, ils en devenaient susceptibles. M. Humboldt a trouvé depuis que huit ou dix centièmes

de gaz acide carbonique, ajoutés à l'air de l'atmosphère, le rendaient extrêmement propre à la végétation; et que tel était quelquefois l'état de certaine partie de l'air des mines, où une classe entière de plantes cryptogames germait et poussait avec activité.

5. Cette utilité de l'acide carbonique pour la végétation, et l'influence qu'il a manifestement sur cette fonction, se reconnaissent encore dans l'eau qui en est imprégnée, et qu'on sait être beaucoup plus propre à l'arrosement que l'eau ordinaire. Il n'est presque pas d'eau souterraine, filtrée à travers les couches de terre végétale, qui ne contienne une proportion quelconque d'acide carbonique; et cette eau, absolument comme on l'observe pour les animaux, non seulement n'est pas dangereuse comme le gaz acide pur pour l'entretien de la vie végétale, mais même elle contribue éminemment à en augmenter l'activité et à en accroître l'énergie.

6. L'action que cet acide produit, soit comme gaz ajouté à l'air où plongent les plantes, soit comme dissous dans l'eau que leurs racines absorbent, soit comme uni à la vapeur aqueuse ou à la rosée qui mouille leurs feuilles, paraît être due à sa décomposition, opérée dans le tissu même de ces derniers organes; comme cela résulte des expériences de M. Ingenhousz et du citoyen Sennebier. Dans ce genre de décomposition analogue à celle qui a lieu par le phosphore chauffé avec le carbonate de soude, celui de chaux, etc., le carbone de l'acide carbonique est séparé de son oxigène, se combine avec de l'hidrogène, de l'oxigène, etc., pour former les divers matériaux immédiats des plantes qu'on sait contenir ces premiers principes; et la plus grande partie de son oxigène, qui en forme les 0.72, se dégage en fluide élastique qui se mêle à l'air et l'améliore.

7. On ne peut méconnaître dans cet effet une des sources du carbone qui existe dans les plantes, et qui fait si souvent la plus forte proportion de leurs élémens constituant; et

tandis que cette manière d'expliquer ce mode d'intromission dans les filières végétales rend une raison très-satisfaisante de l'influence utile du gaz acide carbonique contenu dans l'air gâté sur les plantes, elle a l'avantage de faire concevoir un des phénomènes les plus difficiles, les plus abstraits et les plus profondément cachés qui existent dans la physique végétale, celui de la formation des composés charbonneux qui existent si abondamment parmi les matériaux des plantes.

8. Ce ne peut être qu'à la même cause qu'on doit rapporter un effet également remarquable produit sur les végétaux par le gaz hidrogène carboné. Ce gaz pur tue assez promptement ces êtres organiques ; mais mêlé en certaine proportion avec de l'air ordinaire, il en augmente manifestement la propriété productive dans la végétation. Il y a même des circonstances très-connues des cultivateurs, où ce gaz se dégageant des marais, des mares, des tourbières, des fumiers corrompus, des eaux qui en proviennent, des étables, etc., et se portant sur des plantes qu'il enveloppe de toutes parts, les fait croître avec une grande rapidité, et leur fait même quelquefois contracter, au sein de ce rapide accroissement, une odeur et une saveur qui en attestent l'influence. Il est trop évident, pour exiger ici une explication plus détaillée, que cet effet est dû aux mêmes causes, et tient à la même théorie que l'influence de l'acide carbonique ; et que si l'action du gaz hidrogène carboné est plus prompte que celle de ce dernier, cela dépend de ce que le carbone qu'il contient est plus à nu et plus disposé à pénétrer les vaisseaux des plantes que celui qui uni à l'oxigène y est plus profondément adhérent et plus difficile à en séparer.

ARTICLE VII.

De l'influence du sol, et de son amendement sur la végétation.

1. En voyant les végétaux fixés dans la terre, les hommes ont toujours dû penser que le sol où plongent leurs racines fournissait la principale matière à leur nourriture, et qu'ils en tiraient toutes les qualités qui les distinguaient. De là cette ancienne notion du rapport des terrains avec les productions, dont on a presque toujours fait un des dogmes principaux ou fondamentaux de l'agriculture. Les mêmes idées sur l'influence de la terre pour favoriser tel ou tel végétal, ou donner à cette plante un caractère particulier, se sont toujours propagées depuis l'antiquité jusqu'à nous, et il n'y a pas un seul cultivateur de nos jours qui ne soit persuadé que les plantes ne tirent du terrein où elles croissent des caractères qui en dépendent exclusivement, tels qu'une saveur, une odeur particulière, etc.

2. On ne peut douter en effet, et trop d'exemples le confirment, que la qualité des terrains se communique aux végétaux qui y sont placés ; elle forme ce qu'on nomme *goût de terroir*. Ainsi les raisins, les fruits, mais sur-tout les légumes, les tiges, les feuilles, les racines, prennent dans les marais une saveur, une odeur, une consistance, une couleur manifestement dépendantes des qualités de la terre où elles ont crû. On peut pousser cette remarque jusqu'aux vins produits par la fermentation, résultat d'une altération profonde éprouvée par les sucs végétaux : on sait qu'ils participent à la nature du sol où la vigne a poussé, et qu'on y reconnaît dans ce qu'on nomme *le bouquet*, la différence d'un terrain sec, sablonneux, siliceux, de pierre à fusil, ou d'une terre humide, trop grasse et trop forte. Ces données générales,

dont il n'est pas permis de douter, ainsi que celles qui sont relatives à la disposition particulière de tel terrain pour donner naissance à de certaines productions, prouvent sans réplique qu'il y a une influence directe de chaque sol sur les productions végétales.

3. Mais si cette vérité est bien établie, il en est une également certaine, c'est que ce qu'on nomme *les terrains* sont des poussières ou des masses très-compliquées dans leur mélange et leur composition, et que pour déterminer avec exactitude le genre d'action qu'ils exercent sur les végétaux dont ils modifient la plupart des propriétés, il est nécessaire de rechercher en particulier ce qui est dû à la terre proprement dite, et ce que produisent les substances étrangères aux molécules terreuses qui y sont mélangées. La première constitue la base du terrain à proprement parler, et les secondes appartiennent plus ou moins aux engrais, dont il sera question dans l'article suivant.

4. On chercherait en vain une terre pure et isolée parmi les terrains où croissent les végétaux. Le sable le plus aride, le plus sec, le plus fin, le plus voisin de la terre silicée proprement dite, est toujours un mélange de quartz, d'alumine, et souvent d'un peu de matière calcaire. Pour déterminer de quelle manière chaque substance terreuse contribue à la végétation ou à l'entretien des végétaux, les chimistes, qui ont fait les premières applications de leur science à l'agriculture et à la physique végétale, ont examiné en particulier la manière dont les graines se comportent dans chaque terre pure préparée chimiquement; et quoiqu'il résulte de leurs essais que ces graines germent très-bien et lèvent dans les terres arides bien lavées, insipides, et privées de toute molécule saline, pourvu que ces terres soient humectées, il est aussi bien prouvé qu'aucune d'elles ne favorise exclusivement ni fortement la végétation. On peut aussi faire germer les graines dans les poussières ou limailles métalliques, et sur des éponges, du

coton, de la filasse, etc., abreuvées d'eau ; mais dans ces milieux la végétation ne dure pas long-temps, on ne va pas jusqu'à son terme, à moins que cela ne soit dans des plantes délicates, frêles, petites, qui n'aient besoin que de très-peu de substance pour nourriture.

5. On a conclu cependant de ces épreuves que le sol ne faisait pour les végétaux qu'un simple soutien ; qu'il logeait et arrêtait les racines ; qu'il entourait seulement celles-ci de l'eau et des matières nourricières dont elles ont besoin, et dont il n'était que le réceptacle ; qu'il ne doit être que très-facilement perméable pour les racines, retenant assez d'eau pour les entretenir toujours humectées, assez divisé pour laisser passer l'air entre ses molécules et même une partie de la lumière, point compact pour ne pas comprimer les fibrilles radicales. On ne peut guère douter qu'une petite portion de la terre elle-même ne pénètre les racines, et ne soit portée dans l'intérieur du végétal par l'absorption dont ces organes végétaux sont susceptibles, et par son état de division ou même de dissolution dans l'eau.

6. Bergman, dans sa dissertation sur les *terres géoponiques*, conclut d'un grand nombre d'essais que la meilleure des terres pour la production végétale doit être un mélange de deux parties de terre calcaire, d'une partie de magnésie, de quatre parties d'alumine, et de trois parties de sable. Toutes les recherches des modernes leur ont appris que les sels ne contribuaient en rien à la végétation ; qu'il y avait lieu de croire au contraire qu'ils y nuisaient constamment ; que des terres pures seules ou des mélanges de plusieurs de ces terres entre elles n'y étaient pas propres ; que les terres fertiles perdaient toutes leurs propriétés par l'action du feu. Ces derniers faits ont été sur-tout vus par M. Giobert, chimiste de Turin.

7. De tous les essais qu'on a variés de mille manières sur les rapports des terrains avec les végétaux qu'on leur confie, il est sorti un résultat uniforme, constant, et par conséquent

certain ; c'est que parmi les matières qu'on rencontre dans le mélange des terres formant le sol, celle qui contribue le plus sûrement à la fertilisation est la terre calcaire. Il n'y a ni équivoque, ni incertitude, ni contradiction sur ce fait. On l'attribue à ce que la plupart de ces corps calcaires retiennent quelque chose de leur ancienne origine animale, qui devient une sorte d'engrais. Je ne doute pas pour ma part que ce ne soit à l'acide carbonique qu'il faille attribuer cette fertilité. Quoi qu'il en soit, il est si vrai que la matière calcaire est la plus utile de toutes les substances terreuses ou salines terreuses pour la culture, que c'est avec elle que les agriculteurs renouvellent souvent leurs terres.

8. Il faut savoir cependant que quoique la terre calcaire soit l'amendement le plus fréquent et le plus utile qu'on puisse employer, et que c'est pour cela que la marne tient le premier rang, même parmi les engrais, l'art d'amender les terres, considéré dans sa plus grande latitude, ne peut pas être circonscrit dans un seul procédé, mais qu'il doit varier suivant la nature du terrain sur lequel le cultivateur doit agir. La marne et la craie conviennent certainement dans une terre forte et trop argileuse ; mais une terre trop uniformément calcaire ou sablonneuse peut exiger au contraire de l'argile, pour lui donner la portion de liant qui lui manque, et la propriété de ne pas se sécher trop vîte, de retenir l'eau un peu plus fortement qu'auparavant.

ARTICLE VIII.

De l'influence des engrais sur la végétation.

1. Il a été prouvé ci-dessus que les terres pures et isolées ne servaient pas directement à la végétation ; que l'eau seule pouvait y suffire à la rigueur, mais qu'elle ne fournissait cependant pas tous les principes nécessaires à la fertilité et à l'accroissement complet des plantes : en sorte, par exemple, que la plupart ne parvenaient pas à donner des fruits, ou qu'au moins la végétation en était faible. Quoiqu'on ait cru long-temps que les plantes se nourrissaient par leurs feuilles, et qu'elles tiraient leur aliment de l'air, de manière qu'elles paraissaient pouvoir croître au moyen de l'eau, de la lumière, de la chaleur, du gaz oxigène et des fluides élastiques composant ordinairement l'atmosphère, il n'en est pas moins reconnu, par toutes les données et les expériences agricoles, que la plus grande partie de la nourriture des végétaux est puisée dans la terre, et que celle-ci influe beaucoup sur leur état, leur force, la rapidité de leur croissance, la nature, la saveur, l'odeur de leurs fruits, etc.

2. On a observé depuis long-temps que la terre, en fournissant aux végétaux les principes nécessaires à leur accroissement, s'épuisait au bout de quelque temps, et qu'il était nécessaire de lui rendre ce qu'elle perdait : d'où on a conclu que quelque chose passait de la terre dans les plantes, et que cette portion nécessaire à la végétation se dissipait peu à peu, de manière qu'on était forcé de la restituer au sol. C'est l'addition de cette substance nourricière et végétative à la terre qu'on nomme *engrais*. La nature elle-même fournit l'exemple de cette nécessité de réparer sans cesse la perte que fait le sol par les végétaux qui le pénètrent et le couvrent ; elle lui rend chaque année ce que les plantes absorbent, par les débris de

celles qui meurent, s'accumulent sur la terre, y pourrissent, s'y décomposent, et forment ainsi des couches successives d'une espèce de terreau ou terre végétale dans laquelle les germes se développent bien et les racines puisent le principe de la nutrition végétale.

3. C'est par ce mécanisme naturel que les lieux chargés d'arbres et de végétaux divers croissant de toute part au-dessous d'eux, se remplissent à une plus ou moins grande profondeur d'une terre végétale, qui en assure pour long-temps la fécondité. C'est cette couche de terreau fertile que l'homme trouve après le défrichement des forêts antiques, et dans lequel il confie les germes et les graines de beaucoup de plantes qui y prennent un prompt et grand accroissement. Ainsi s'établissent par la succession des siècles ces terres d'une fertilité inépuisable que l'homme prend des mains de la nature dans les immenses forêts de l'Amérique, dont il commence par abattre ou consumer les anciens habitans végétaux, avant d'y commencer ces cultures utiles de plusieurs plantes que nos climats tempérés ou froids ne pourraient pas alimenter.

4. Le cultivateur imite le procédé de la nature lorsqu'une terre lui paraît épuisée de ses sucs nourriciers par une trop longue et trop forte végétation ; il y insère, en la remuant avec la charrue ou avec d'autres instrumens, des débris de matières végétales et animales qu'on nomme *engrais*. Le plus souvent ces débris sont formés par les pailles qui ont servi de litière aux animaux, et qui, imprégnées de leurs urines et de leurs excrémens, sont entassées pour les laisser s'échauffer, fermenter, se corrompre, s'affaisser, et devenir ce qu'on nomme du fumier. Les feuilles d'arbres également amoncelées, arrosées, échauffées, fermentées, ramollies et décomposées, sont aussi employées aux mêmes usages. Les os des animaux, les cornes, les bois eux-mêmes, coupés en copeaux ou en fragmens, ou moulus en poussière, servent souvent encore d'engrais dans quelques pays. Dans plusieurs, on des-

tine à cet usage les excrémens humains long-temps gardés, quelquefois même convertis en une matière sèche inodore, connue sous le nom de *poudrette*.

5. C'est dans la même intention, mais avec un moyen bien plus grand, bien plus immédiatement utile, que dans les grandes exploitations de terres dirigées par des hommes éclairés, on place sur des terrains épuisés ou seulement appauvris, des animaux et sur-tout des moutons, qui, en y trouvant une nourriture encore suffisante à leurs besoins, rendent immédiatement à la terre, soit par les excrémens liquides et solides qu'ils y déposent, soit par le suin ou la matière de la sueur qu'ils y laissent transpirer en s'y couchant, plus encore qu'ils ne lui ont emprunté. Ce moyen de fumer les terres suppose à la vérité des dépenses ou premières mises d'une haute valeur ; mais il récompense largement l'agriculteur qui le pratique, et dont toute la spéculation roule, comme on voit, sur la conversion réciproque des matières végétales en substances animales, et de celles-ci dans les premières.

6. La physique a long-temps gardé le silence sur la cause de l'action ou sur le mécanisme de ces engrais. L'ancienne chimie l'expliquait par une théorie de sels et de stimulans que les découvertes modernes relèguent parmi les fables ou les erreurs. C'est spécialement dans cette dernière classe que cette théorie est placée par des essais agricoles modernes, dont le résultat a prouvé que le véritable sel introduit dans la terre nuisait à la production des plantes qui y étaient élevées. Les analyses pneumato-chimiques ont fourni des notions plus exactes sur l'influence des engrais, en apprenant que les plantes sont formées d'hidrogène, de carbone, d'oxigène et quelquefois d'azote, de soufre et de phosphore, sans compter la chaux, la silice et la potasse. S'il n'existe que ces seuls principes dans les matériaux des plantes, il est bien évident qu'elles n'ont besoin que d'eux pour croître.

7. Ce raisonnement suffit pour conduire à la connaissance

de l'action des engrais. On trouve en effet dans les substances composées qui les forment ces premiers principes en abondance ; l'hidrogène y est contenu si abondamment, qu'il s'en échappe souvent sous la forme de gaz pendant leur destruction. Le carbone s'y montre par la couleur noire que prennent les fumiers faits, et dans la nuance du terreau dans lequel ils se changent. Ce qu'on nomme l'eau de fumier n'est, pour la plus grande partie, si l'on en retire par la pensée l'ammoniaque et les substances animales qui y sont mélangées comme étrangères, que de l'eau tenant en dissolution du carbone, qu'on y voit se déposer en la gardant quelque temps. Il se dégage perpétuellement des terreaux du gaz acide carbonique ; en sorte qu'il ne manque rien à ces corps composés pour fournir la nourriture des plantes, et qu'au contraire la matière alimentaire qu'ils donnent est d'une telle abondance, qu'il est facile d'expliquer, d'après cela, comment la végétation y est si forte et l'accroissement des végétaux si rapide.

8. On peut même juger de là, et en comparant l'influence du sol à celle de l'air, pour la célérité de la croissance des plantes et la vigueur de la végétation, que le sol y contribue beaucoup par les engrais dont on le charge, et que les racines pompent avec une grande énergie les diverses matières alimentaires sous forme liquide, tandis qu'il n'en passe que très-peu par les feuilles, qui sont plutôt des organes transpiratoires. Il n'est pas moins exactement prouvé à l'observateur que l'eau est le véhicule commun des terres, de l'acide carbonique, du carbone et de l'hidrogène presque isolés, qui sont portés dans les organes des végétaux ; que c'est pour cela que sa présence est si nécessaire dans la terre où plongent les racines, et qu'elle y joue le double rôle de favoriser la décomposition lente et successive des matières végétales formant les engrais, et une sorte de dissection de leurs parties, et d'entraîner celles-ci dans les vaisseaux absorbans des plantes.

9. Les engrais ou les matières organiques qui les forment

par le mélange de leurs molécules avec celles des terres proprement dites, ont un autre effet encore que celui de fournir l'aliment aux racines des plantes ; ou plutôt ce dernier effet principal est accompagné d'un autre auxiliaire, à la vérité, mais non moins utile. On sait que ces engrais éprouvent une fermentation continuelle qui les atténue, les divise, les décompose. Ce mouvement ne peut pas avoir lieu sans élévation de température, et cette chaleur produite doit favoriser beaucoup la végétation. Les terres très-riches en principes nutritifs, qu'on emploie dans les couches et les serres des potagers et des jardins de botanique, terres qui contiennent beaucoup de fumier de crottin de cheval, de tannée, sont si chaudes, qu'en y enfonçant la main on trouve une grande différence entre la température extérieure et celle de ce milieu solide. Aussi y fait-on germer beaucoup de graines qui n'en sont point susceptibles dans notre sol, et y élève-t-on un grand nombre de plantes qui périraient ou languiraient dans nos terres ordinaires. Les agriculteurs savent qu'en employant du fumier mal consommé ou trop peu fermenté, il procure une végétation trop hative et dangereuse dans nos climats, où le froid peut saisir ou tuer si facilement des plantes délicates trop tôt levées. Il n'y a d'autre raison du soin qu'ils ont de ne pas employer ce fumier trop frais et trop fort, que la chaleur violente qu'il occasionne dans la terre par la fermentation qu'il subit : aussi le nomment-ils *trop chaud* avec bien de la raison. Il est si vrai que les engrais fermentent fortement, qu'on en retire à une certaine époque des acétites alcalin, calcaire et ammoniacal par la lessive, et qu'on en dégage une forte odeur de vinaigre par l'action des acides plus puissans qu'on y verse.

10. Il est encore un dernier effet qu'on doit observer dans les engrais, et qui a été découvert par le docteur Ingenhousz ; c'est la puissance qu'ils paraissent exercer sur l'atmosphère, l'absorption de l'oxigène atmosphérique qu'ils opèrent, et la transmission qu'ils en font sans doute dans les vaisseaux ab-

sorbans des racines. Quand on expose une terre végétale au contact de l'air dans un appareil fermé, et quand on examine cet air quelque temps après, on le trouve privé d'une portion de son oxigène; cette privation va bientôt jusqu'à l'absence totale : en sorte que c'est un des moyens les plus sûrs de se procurer aujourd'hui le gaz azote atmosphérique. Quoique M. Humboldt ait cru reconnaître cette propriété absorbante dans les terres pures, et sur-tout dans l'alumine et la magnésie, il n'est presque pas douteux qu'elle doit être beaucoup plus énergique dans celles qui sont mêlées de matières végétales, et que celles-ci formant les engrais se comportent, à l'égard de l'oxigène atmosphérique, comme des espèces de combustibles qui ont beaucoup de tendance à s'oxider, et auxquels les racines enlèvent ce même principe quand l'eau les y a fait pénétrer.

11. On ne peut pas douter que cet oxigène, fixé et précipité de l'air dans les engrais, ne joue un rôle plus ou moins important dans la végétation, quand on le considère comme propre à convertir le carbone des engrais en acide carbonique, si utile à l'accroissement des plantes lorsque l'eau le leur offre dissous et liquide; et quand, d'un autre côté, on observe l'effet que produisent sur la nutrition végétale les lessives d'acide muriatique oxigéné mêlées à la terre où plongent les racines. Le citoyen Pajot-Descharmes, qui applique avec succès aux procédés des manufactures les phénomènes chimiques, a remarqué que des lessives très-étendues à la vérité d'acide muriatique oxigéné, et qui avaient déja servi à plusieurs opérations, jetées sur la terre dans un jardin, avaient avancé singulièrement l'accroissement des plantes qui occupaient la région ainsi arrosée. En rapprochant cette observation des faits observés par MM. Ingenhousz et Humboldt, on voit clairement que l'absorption de l'oxigène est un des effets les plus fécondans et les plus utiles des engrais.

12. De ces données si agrandies et si bien expliquées par les connaissances chimiques modernes, résulte la connaissance

des effets que produisent le remuement de la terre et le labour, si recommandés par tous les agriculteurs habiles. On voit qu'en retournant la terre à une certaine profondeur, non seulement on la rend plus légère, plus meuble, plus divisée, plus perméable, on détruit les mauvaises herbes et les insectes qui l'habitent et l'épuisent, mais on reporte à la surface l'engrais profondément enfoui; on distribue également dans tous les points où doivent ramper les racines cette nourriture précieuse; on rend aux portions épuisées ce que la végétation précédente leur a enlevé. En renouvelant ainsi toutes les surfaces du terreau, le labour expose à l'air cette matière qui tend à le désoxigéner; et en augmentant l'absorption de l'oxigène par le sol, il accroît sa puissance végétative dans un degré proportionnel au renouvellement des surfaces; il multiplie, en un mot, cette combustion tacite dans laquelle consiste en grande partie l'influence de l'air, qu'on expliquait autrefois si vaguement par les sels qu'on croyait déposés dans la terre; à cette époque encore près de nous, où la physique, peu avancée encore, et se contentant de ces lueurs hypothétiques qui en constituaient alors toute la théorie, n'avait point acquis, sur la nature de l'air et sur la composition des matières végétales, les connaissances exactes qu'elle possède aujourd'hui.

ARTICLE IX.

Des fonctions des végétaux, ou des phénomènes qu'ils présentent pendant leur vie, et du mécanisme par lequel se forment les composés qui les constituent.

1. Ce qui a été exposé dans les huit articles précédens offre une série de faits sur tous les matériaux qui servent à la formation des végétaux, qui se changent véritablement en leur propre substance, qu'ils ont le pouvoir de convertir en composés ternaires ou quaternaires, et de s'approprier de manière à prendre de l'accroissement. Il me reste à esquisser comment ces élémens divers admis dans les vaisseaux des plantes y sont ou décomposés ou combinés dans un nouvel ordre, par quelles forces ils se convertissent en matières végétales, quels phénomènes accompagnent et annoncent cette conversion; en un mot, en quoi consiste la vie végétale: car il est bien évident qu'un germe étant donné, la vie qu'il reçoit et qui s'entretient jusqu'à l'exercice achevé de tous les phénomènes qui forment la végétation, consiste toute entière dans cette appropriation, cette conversion, cette combinaison compliquée qu'éprouvent les matières premières une fois reçues dans les canaux des plantes.

2. Ce beau mécanisme, qu'on nomme *végétation*, a de tout temps frappé d'admiration les philosophes, et ils ont essayé d'en concevoir les causes et d'en déterminer les effets; mais leurs efforts n'ont pas encore été couronnés d'un succès qui ait répondu à leur vœu. La chimie moderne a ranimé leurs espérances, des routes nouvelles lui sont dues, et l'esquisse que je vais en tracer prouvera que la nouvelle carrière ouverte par ses moyens et sa méthode, quoique bien peu parcourue encore, a levé déja plusieurs difficultés jusqu'ici réputées

insurmontables. Il est nécessaire de concevoir d'abord que les phénomènes de la vie végétale appartiennent si manifestement à une force chimique, qu'il n'y a que cette science qui puisse en expliquer le mécanisme : cette vérité est renfermée dans l'énoncé du problème de la végétation. On peut en effet le considérer comme l'unique question de déterminer comment les machines végétales convertissent les principes qu'elles absorbent comme alimens en ce qu'on appelle leurs matériaux.

3. Il n'y a pas lieu de douter que c'est en exécutant les fonctions dont l'ensemble représente vraiment le cercle de leur vie, que les plantes forment ces composés ; il faut donc voir en quoi consistent ces fonctions, et rechercher leurs rapports avec la formation des composés végétaux. Les fonctions des végétaux sont ou intérieures, quelquefois peu sensibles, de sorte qu'on n'en reconnaît l'existence et qu'on n'en étudie les phénomènes qu'à l'aide de moyens et d'expériences qui ajoutent en quelque manière à la faiblesse de nos sens ; ou bien elles sont extérieures, tombent sous les sens, se manifestent par des phénomènes ou des signes plus ou moins marqués, plus ou moins faciles à reconnaître.

Parmi ces fonctions, les unes s'exercent pendant toute la vie du végétal ; les autres, ou sont périodiques, ou se montrent seulement aux différens âges de la plante, que le plus souvent même elles déterminent. On trouve de suite et dans la série énoncée :

a. Le mouvement de la sève et des liquides ;
b. Leur secrétion ;
c. L'irritabilité ou le mouvement des solides ;
d. La nutrition ;
e. Les transpirations végétales ;
f. L'écoulement des différens sucs ;
g. La direction des parties des plantes ;
h. Le repos périodique ou le sommeil des plantes ;

i. La germination des plantes ;
k. La foliation ;
l. La floraison ;
m. La fructification.

Quelques physiologistes ont compté parmi les fonctions des plantes un plus grand nombre de phénomènes, parce qu'ils les ont considérés comme agriculteurs, etc. ; mais les douze que j'ai énoncés comprennent véritablement tout ce qui se passe dans le cercle de la végétation, et tout ce qui rentre d'ailleurs dans les rapports que je veux faire connaître entre l'analyse chimique végétale et la vie des plantes.

Je vais parcourir avec rapidité chacune de ces fonctions, dont j'ai déja dit un mot au commencement de cette section ; mais je ne les ai décrites alors que comme phénomènes de la vie végétale, et je dois les considérer ici dans leur mécanisme et dans leur résultats intimes, pour faire voir, ou qu'elles sont dues ou qu'elles conduisent à des attractions chimiques.

a. *Mouvement de la sève.*

4. Le mouvement de la sève a lieu de la racine vers le haut de la tige ; et ce liquide, manifestement formé par l'eau que les racines ont absorbée, et qui tient en dissolution les matériaux de la terre ou du sol, éprouve dans ce moment même des changemens chimiques. Il circule avec la sève une proportion plus ou moins considérable d'acide carbonique, qui souvent par la chaleur intérieure des végétaux se dégage de l'eau et se meut dans les trachées de manière à bouillonner sensiblement par les ouvertures ou les trous de tarière faits à l'arbre. L'excédent de cet acide sort par la transpiration végétale ; une grande partie se décompose et fournit du carbone qui s'unit à l'hidrogène et à l'oxigène : de là les mucilages, le corps sucré, le tannin, les acides dissous dans la sève ; de là encore l'extractif qui la colore quelquefois et la rend toujours colorable

par l'oxigène atmosphérique. Souvent ce liquide nourricier entraîne des sels et même des acétites que l'eau a pris à l'engrais du sol, ainsi que des terres et du carbone divisé, provenant de la même source.

5. On a beaucoup fait d'hypothèses sur le mécanisme de cette ascension de la sève. Voici ce qu'il y a de plus simple et de plus vraisemblable. La chaleur du printemps, qui la provoque, dilate les plantes et rappelle leur vie assoupie par les froids de l'hiver; les canaux dilatés éprouvent un vide qui y fait monter le liquide resté dans les tiges, amassé dans les racines, et de proche en proche celui qui mouille la terre où ces racines sont plongées. Ce premier mouvement de la végétation ne se ralentit ou ne s'arrête qu'avec l'abaissement de la température atmosphérique, à quelques degrés seulement au dessus et au dessous de 0. C'est encore un problème irrésolu que de savoir si la sève redescend vers la terre par les couches corticales, si cette voie ne lui est ouverte que pendant la nuit; on l'a cru décidé par les bourrelets et les cicatrices, par la sortie de la sève au bord supérieur des entailles. La sève, portée d'abord vers le centre des tiges, s'étend latéralement et le long des prolongemens médullaires pour gagner les couches extérieures, où la dilatation et le vide sont les plus grands. La portion de liquide séveux la plus légère, la plus fluide, la plus raréfiée, la plus éloignée des racines, après avoir déposé la matière solidifiable qu'elle tenait en dissolution, sort en vapeur ou en gouttes par les feuilles. On sait que la force ascensionnelle de la sève va à 13 mètres dans la vigne, d'après Hales; conséquemment au dessus de la hauteur où l'eau est soutenue par le poids de l'air.

6. On conçoit bien que ce mouvement ascensionnel et latéral de la sève et du gaz acide carbonique ou de l'air qui peut également l'accompagner, doit exister dans les liquides divers des végétaux qu'on connaît sous le nom de *sucs propres*, mais que ce second genre de mouvement n'est qu'une

translation lente et bornée en comparaison de celui de la sève, à cause de la moindre abondance de ces sucs, de leur cantonnement dans des ordres de vaisseaux particuliers, de leur adhérence proportionnelle à leur consistance plus forte, et de leur disposition plus prochaine à s'épaissir, à se concréter, à se solidifier. Ces sucs ne sont presque mus que du mouvement léger que la sève leur communique et par la pression latérale qu'elle exerce sur eux. On voit que ce serait abuser des mots et confondre entièrement les idées que de comparer ces mouvemens des liqueurs végétales avec la circulation du sang dans les animaux.

b. *Secrétion.*

7. Quand la sève, liquide nourricier primitif des végétaux, eau chargée de tous les matériaux qu'elle a enlevés au sol plus ou moins engraissé, est arrivée dans les différens points du végétal qui enveloppent les vaisseaux communs, elle se partage aux différens ordres de tissus qu'elle parcourt ou qu'elle avoisine ; elle y dépose la substance propre à augmenter l'accroissement de chacun d'eux ou à réparer les pertes continuelles qu'il fait. C'est dans cette séparation, dans ce partage des divers matériaux, tous contenus dans la sève, mais appropriés à chacun des organes vésiculaires où ils se déposent, que consiste la secrétion, dont on ne peut méconnaître l'existence et nier l'influence dans les phénomènes de la végétation.

8. On ne sait pas bien encore sans doute quel est le mécanisme par lequel la sève qui se présente dans ses vaisseaux comme un liquide homogène, donne différens sucs à diverses parties, et se convertit en matériaux souvent opposés les uns aux autres. Le fait étant cependant reconnu certain, il paraît qu'on ne peut admettre pour cause de cette conversion qu'un véritable changement chimique, auquel la structure de chaque genre de cellules, son éloignement du centre de l'arbre, son

rapprochement de la surface aérienne, la température variée président sans doute. On peut prendre une idée de cette fonction chimique en voyant toutes les matières végétales homogènes, dans les opérations de laboratoire faites avec le feu, avec les acides nitrique, muriatique oxigéné, sulfurique, avec les alcalis caustiques, se partager en deux ou trois substances nouvelles et différentes les unes des autres; savoir, en deux acides, en matières huileuses, etc. Je ne doute pas qu'il ne se passe une action chimique entièrement semblable à celle que j'indique dans l'opération de la secrétion végétale. L'acide carbonique, le gaz oxigène, l'influence du calorique et de la lumière qui frappent plus ou moins la sève dans les utricules ou cellules où elle s'arrête, sont vraisemblablement les agens de ces opérations chimiques, dont l'ensemble est compris dans la secrétion.

9. C'est ainsi que je conçois la formation successive de tous les sucs propres, gommeux, sucré, huileux, acerbe, colorant, acide, ainsi que celle des parties solides auxquelles ils donnent naissance par leur concrétion, tels que le corps ligneux, la fécule, le tannin, les résines, les sels concrets, etc. Ainsi se composent par l'action de forces chimiques qui s'emparent des diverses parties de la sève, les matières que j'ai examinées sous le nom de *matériaux immédiats des végétaux*; ainsi se déposent dans les racines, les tiges, les feuilles, les fleurs, les fruits et les semences, les différens matériaux qui les constituent. On peut en voir une légère esquisse dans les altérations spontanées qu'éprouve la sève écoulée spontanément en pleurs, ou retirée par les tarières du tronc des arbres, lorsqu'on l'expose à l'air, dont le contact la colore, la trouble, la précipite, l'alcoolise, l'aigrit, etc.

c. *Irritabilité.*

10. Peu de rapports se présentent au premier aspect entre

la fonction nommée *irritabilité végétale*, et les propriétés chimiques dont j'établis ici l'existence dans les causes et les phénomènes de la végétation. C'est aux physiciens modernes que l'admission de l'irritabilité végétale est due. En voyant les feuilles si mobiles aux plus légers contacts de la sensitive, les mouvemens brusques de la fleur du *dionæa muscipula*, les abaissemens contractiles du feuillage de l'*hedysarum gyrans*, le serrement presque convulsif des étamines de l'épine-vinette et de l'hélianthème irritées par des pointes, et tant d'autres mouvemens qui semblent rapprocher des muscles les parties des plantes dans lesquelles on les observe, les modernes ont pensé qu'il existait dans ces parties une force irritable, semblable à celle des organes du mouvement musculaire dans les animaux.

11. M. Humboldt, en étudiant avec soin ce beau phénomène des végétaux, en a cherché les rapports avec une force ou une cause chimique; il a trouvé des matières qui l'augmentent, qui le renouvellent quand il est affaibli, et d'autres qui l'affaiblissent ou le font cesser. En général, les substances oxigénées et qui donnent facilement leur oxigène, paraissent propres à produire le premier de ces effets, et le second est dû à l'enlèvement de l'oxigène végétal. C'est ainsi, suivant lui, que l'acide muriatique oxigéné favorise et accélère la végétation comme la germination, dans laquelle il admet comme cause principale l'irritabilité du germe. On sait aussi que la lumière et le calorique fortifient cette fonction, et l'on assure que l'opium la détruit en l'employant en dissolution ou en vapeur. Tels sont les faibles données qui commencent à montrer quelques rapports entre les forces irritables végétale et animale. M. Humboldt en a tiré une induction utile à la culture, en prouvant par l'expérience que des semences qui ne germent point ordinairement dans nos climats ni dans nos serres, et qu'on ne pouvait pas par conséquent élever pour nos jardins, ni espérer d'acclimater pour nos campagnes, deviennent sus-

ceptibles de germer quand on les a fait tremper pendant quelques jours dans une lessive faible d'acide muriatique oxigéné. Cette découverte intéressante a déja été mise à profit dans plusieurs jardins de botanique.

d. *Nutrition.*

12. Si l'on a bien saisi les premiers faits chimiques que j'ai décrits sur les changemens qu'éprouve la sève dans ses mouvemens et sur la série des secrétions auxquelles elle donne naissance, il ne me sera pas difficile de prouver que la nutrition végétale et l'accroissement des plantes ne sont que le résultat de combinaisons chimiques, et de faire concevoir comment l'une et l'autre s'exécutent. Il faut remarquer d'abord que la plus grande partie de l'eau qui constitue la sève, s'échappe hors du végétal, mais qu'en se dégageant ainsi elle laisse dans son intérieur les diverses matières solidifiables qu'elle tenait en dissolution. En ajoutant à ce premier fait bien établi, qu'une portion de l'eau paraît être décomposée dans les plantes, et spécialement dans leurs feuilles frappées par les rayons du soleil, que l'acide carbonique est également décomposé dans les organes des végétaux, que dans cette double décomposition la plus grande partie de l'oxigène oxidant la première de ces substances et acidifiant la seconde sort au dehors des plantes, on trouvera pour résidu de ce double effet de l'hidrogène et du carbone, qui s'unissent simultanément à une proportion plus ou moins grande de l'oxigène, et qui, avec les terres, les sels, etc., portés par l'eau, peuvent constituer toutes les matières solides constituant le corps des végétaux.

13. Parmi les matériaux qu'on retrouve dans toutes les substances végétales, il paraît que le lieu particulier qu'ils occupent détermine leur composition particulière. Ainsi, la matière sucrée se forme presque par-tout, le corps ligneux

dans les tiges, la feuille dans les racines tubéreuses, les utricules médullaires, les cotylédons des semences, l'huile fixe presque exclusivement dans ces derniers, le tannin dans les couches ligneuses, le mucilage dans les couches corticales et sous les tuniques des semences, les acides dans les feuilles et la pulpe des fruits, etc. On ne sait point encore, il est vrai, par quelle loi chimique chacun de ces matériaux prend sa composition particulière dans telle ou telle région, dans tel ou tel organe des végétaux : mais il est tout simple que dans le commencement d'une science, il n'existe encore que peu de notions sur un objet aussi neuf. J'ai déja indiqué plus haut que chaque genre d'organe diversement tissu, sa position par rapport à l'air environnant, son éloignement ou son rapprochement du centre, sa température, l'action de l'air intérieur du gaz acide carbonique, la place même qu'occupe la sève relativement à son point de départ et aux altérations qu'elle a déja éprouvées depuis sa formation primitive, fournissaient à la théorie moderne assez de données pour lui permettre d'entrevoir au moins l'époque où, pourvue d'expériences et de recherches tentées suivant les nouvelles vues qu'elle suggère, elle parviendra à donner une explication simple et lumineuse de ce qui paraît encore un mystère.

14. Quoique le mécanisme de la formation particulière des divers matériaux des végétaux soit encore couvert d'un voile épais, la chimie offre déja quelques résultats assez exacts sur l'accroissement et la nutrition des plantes, dus aux changemens successifs de ces matériaux. Elle ne se contente plus, comme autrefois, de présenter cet accroissement sous l'aspect vague et presque insignifiant de la solidification et de l'épaississement des liquides ; elle montre la sève, devenue suc propre porté par les prolongemens médullaires jusque sous l'écorce, augmenter d'une part l'épaisseur des couches corticales par une addition successive de matière qui s'y épaissit ; et consolider de l'autre les couches corticales formées les der-

nières à l'aide de la viscosité, de l'épaisissement et de la plasticité végétale qu'elle a prise. Elle prouve que cette consolidation est due au rapprochement des molécules de carbone, légèrement hidrogéné, opéré par la fixation de l'oxigène: elle fait voir qu'une variation dans la proportion de l'un ou de l'autre de ces principes, ainsi que dans celle de la terre et des sels fossiles qui les accompagnent, forment en même temps que le bois, le tannin, la matière colorante, l'extractif: elle montre la substance muqueuse, la matière sucrée, la fécule amilacée délayées d'abord dans une liqueur aqueuse, qui les tient en mucilage, en miel liquide, en lait plus ou moins épais, prenant leur forme solide par l'évaporation de l'eau, due à l'air ou à la succion de bouches nombreuses qui portent ce superflu aqueux jusqu'aux pores intérieurs et transpiratoires dont les feuilles sont perforées. Elle apprend que la substance subérale que forme le tissu inorganique et souvent papiracé de l'écorce, acquiert la sécheresse cassante ou la souplesse élastique, et sa demi-transparence par le desséchement d'un suc visqueux étendu en couches minces à l'extérieur du végétal, et modifié par le contact de l'air, par l'action du calorique et de la lumière. Elle explique comment une huile volatile ou une huile fixe, poussées au dehors des plantes et mises ainsi en surfaces étalées dans l'air, deviennent, la première une résine en perdant de l'hidrogène, et la seconde une cire en absorbant de l'oxigène; en un mot, elle commence à pénétrer beaucoup plus avant dans l'explication des différens phénomènes relatifs à l'accroissement et à la nutrition des plantes, qu'on n'aurait osé l'espérer il y a quelques années; et elle présage ce qu'elle pourra faire un jour dans cette belle et utile partie des connaissances humaines.

e. *Ecoulement.*

15. Je désigne par le mot *écoulement* la sortie spontanée

de liquides de la surface des végétaux ; c'est proprement une excrétion végétale. On voit ainsi couler la sève très-liquide et presque aqueuse des extrémités des branches et des aisselles de la vigne, du bouleau, etc. ; le mucilage fade et gommeux des fissures de l'écorce et des pédoncules des fruits de l'amandier, du pêcher, de l'abricotier, du prunier et de tous les arbres dont les fruits ont des noyaux ; le suc huileux volatil ou l'essence résineuse des pins, des mélèses et de tous les arbres verts et résineux ; le suc mielleux et sucré du fond des pétales et dans les nectaires d'un grand nombre de fleurs et de la surface supérieure des feuilles du frêne, de l'orme, du tilleul. Quelques sucs gluans, gommo-résineux, ou de la nature de la glu, coulent aussi et se répandent en enduits glutineux sur les jeunes pousses de l'*acaciaviscosa*, etc. Enfin, l'huile fixe elle-même transsude en gouttelettes très-fines à la surface de plusieurs fruits, spécialement ceux des myricas, des crotons, de quelques arbres de la famille des lauriers : elle prend peu à peu à l'air le caractère de la cire.

16. On voit bien manifestement dans ces différens genres d'écoulement le produit d'un trop plein, d'une pléthore qui gonfle et déchire les vaisseaux, ou qui distend et ouvre les cellules, ou enfin qui sort par l'extrémité des canaux remplis : c'est une évacuation occasionnée par la surabondance du suc séveux alimentaire ou des sucs propres. Dans ce dernier cas, elle tient la place d'une sorte de flux morbifique et presque critique, qui a beaucoup d'utilité pour les plantes dans lesquelles il a lieu. Le résultat de cette secrétion est la sortie de quelques-uns des matériaux immédiats des végétaux, semblables à ceux qu'on en retire, soit par des moyens mécaniques, soit par des procédés chimiques : il fait voir que l'art dans les opérations qu'il emploie pour extraire ces matériaux, ne leur fait subir aucune altération, les obtient tels qu'ils existaient dans le végétal, et peut compter autant sur les produits qu'il se procure que sur ceux que la nature lui fournit.

17. J'ai fait voir ailleurs que l'homme imitait ce procédé de la nature en blessant ou perçant les plantes et les arbres, et en augmentant ainsi l'écoulement de matières qui sont très-utiles par leurs propriétés dans les arts. C'est ainsi qu'on se procure le suc sucré de l'érable, de la canne à sucre, des palmiers, l'huile résineuse des pins, des sapins, le suc gommo-résineux d'une foule de plantes, et sur-tout des ombellifères, le suc extracto-résineux du pavot, des euphorbes, etc. C'est encore par une mécanique semblable que la piqûre d'un grand nombre d'insectes qui soulèvent l'épiderme des feuilles, des pétioles, des tiges de beaucoup d'arbres, fait naître une cavité artificielle qui se remplit de plusieurs sucs différens, et sur-tout du liquide astringent et très-concrescible d'où l'on retire l'acide gallique, etc. Souvent, à la vérité, dans ce dernier cas, une matière animale donnée par les insectes, celles de leurs dépouilles, de leurs œufs et de leurs excrémens, se mêle avec la substance végétale, et modifie le caractère comme les propriétés chimiques du parenchyme des galles produites par ces piqûres.

f. *Transpiration.*

18. Quoiqu'il y ait encore beaucoup de faits à vérifier ou à trouver sur la transpiration végétale, c'est une des fonctions les plus connues, et qui fournit le plus de lumières à la végétation. Woodward, Hales, Bonnet, Duhamel, Saint-Martin de Vienne, le citoyen Sennebier de Genève, s'en sont occupés avec des soins particuliers et une sagacité très-recommandable. Leurs résultats, sans avoir ce rapport précis qu'il est impossible de trouver dans une partie aussi délicate de la physique, sont cependant assez semblables dans leurs généralités, pour qu'ils ne laissent aucun doute fondé sur les vérités que ces auteurs ont consignées dans leurs ouvrages. On verra sur-tout, par l'exposition de ces principaux résultats, qu'ils sont très-propres à s'accorder avec les données de la chimie moderne, et que celles-ci en fournissent une explication lumineuse.

19. On sait depuis long-temps que quand on enferme un végétal ou une branche vivante sous un récipient, les parois de celui-ci se couvrent de gouttelettes de liquide aqueux, tandis que la plante perd une portion de son poids. Le végétal privé de la vie présente bien une partie de ce phénomène, mais avec deux différences; la première, c'est qu'à mesure que de l'eau sort en vapeur de sa surface, il se dessèche et se flétrit, tandis que celui qui est vivant conserve sa fraîcheur et sa vie; la seconde, c'est que ce dernier continue à fournir ce produit aqueux, tandis que le végétal mort s'épuise très-promptement et n'en donne que pendant un temps déterminé par la sécheresse qu'il prend. On voit donc que dans ce dernier cas c'est une simple évaporation due à un reste de vie, et sur-tout à l'action seule de l'air environnant; tandis que dans le végétal vivant il y a une action intérieure qui entretient cette fonction à laquelle l'air extérieur ne contribue que pour une partie du phénomène qui sera bientôt apprécié.

20. On peut mesurer la transpiration d'un végétal et recueillir les produits qu'elle fournit, si on enferme le végétal transparent dans un ballon. C'est ainsi que Hales a reconnu qu'un soleil de près d'un mètre de hauteur perdait près d'un kilogramme de transpiration en douze heures, et transpirait dix-sept fois plus qu'un homme. L'humidité du terrain occupé par la plante contribue beaucoup à l'entretien de cette fonction; plus la terre contient d'eau, plus il en sort par la surface du végétal. La proportion de cette surface y influe encore beaucoup; et comme c'est par ses feuilles seulement que cette transpiration a lieu, il est évident qu'il faut mesurer l'espace qu'elles occupent pour saisir son rapport avec la quantité de cette évacuation : on trouve toujours ces deux mesures en raison directe l'une de l'autre. Quand on enlève les feuilles d'un végétal, on diminue donc extrêmement la végétation en arrêtant sa transpiration, et cela peut aller jusqu'à la mort de l'individu. On voit ici que le principal usage des feuilles

est l'exercice de cette fonction, et que leur multiplicité prouve de quelle importance la transpiration est pour le végétal.

21. Il y un rapport direct entre la transpiration du végétal et la succion qu'il exerce par ses racines. L'un de ces phénomènes suit l'autre si exactement, qu'il y a lieu de penser qu'ils sont mutuellement dépendans, et que le mécanisme du mouvement du fluide séveux dans les végétaux suit très-régulièrement ce rapport mutuel des deux fonctions. C'est la transpiration qui en emportant dans l'air, sous la forme de vapeur, la plus grande partie de l'eau qui se porte du tronc aux branches, de celles-ci aux rameaux, et des rameaux dans l'épanouissement des feuilles, vide sans discontinuité les vaisseaux de la plante, et y appelle sans cesse un nouveau liquide pour remplacer celui qui s'évapore. Hales a trouvé dans ses ingénieuses expériences que la surface des feuilles étant onze fois plus considérable que celle des racines, il était nécessaire que l'eau passât onze fois plus vîte dans celles-ci que dans les premières.

22. Le contact de la lumière et de l'air chaud est nécessaire pour l'entretien de la transpiration végétale. Quand on intercepte le premier suivant les expériences du citoyen Sennebier, par un linge ou un papier, la transpiration est notablement diminuée; les vents chauds et secs la favorisent singulièrement : elle n'a presque pas lieu pendant la nuit. On trouve même qu'alors les plantes augmentent de poids et s'imbibent de l'eau précipitée de l'atmosphère. C'est dans le printemps et le commencement de l'été qu'elle est la plus forte. Dans l'automne, les feuilles durcies, desséchées et prêtes de tomber, n'en exercent plus la fonction; et c'est aussi à cette époque que son produit ou son utilité est la moins essentielle, puisque la plante a rempli déja presque toute sa destinée au moins annuelle.

23. En comparant la quantité d'eau qui sort par la transpi-

ration à celle qui entre par les racines, on reconnaît qu'il n'en reste que très-peu dans l'intérieur des plantes; cependant, cette portion qui en reste suffit à la nourriture et se partage elle-même, soit en se fixant sans se décomposer dans les matériaux immédiats qu'elle délaie, soit en se décomposant de manière à fournir l'hidrogène nécessaire à la composition de ces matériaux, sur-tout des sucs huileux, et l'oxigène propre à porter à l'état d'oxides ou d'acides la plupart des mêmes matériaux. Un troisième usage de cette eau dans la portion qui s'évapore, c'est de laisser dans les végétaux qu'elle traverse, la plus grande partie des terres, des sels et des diverses matières qu'elle transporte des engrais dans l'intérieur même des plantes; car on conçoit qu'alors en s'échappant en vapeur, elle se comporte, à l'égard des principes qu'elle tenait en dissolution, absolument comme de l'eau qui s'évapore dans des opérations chimiques.

24. L'eau qui sort en vapeur de la surface des feuilles, et qui forme une partie de leur transpiration, n'est pas exactement de l'eau pure, comme l'atteste l'odeur des plantes qu'elle transporte au dehors de leur tissu. Le citoyen Sennebier s'est assuré, en en recueillant plusieurs kilogrammes dans des appareils convenables et en l'évaporant, qu'elle contenait quelques atomes de matière extracto-résineuse, de carbonate et de sulfate de chaux; et il a reconnu ces quatre substances par l'action successive de l'eau, de l'alcool et des acides sur le résidu de son évaporation; il paraît aussi qu'une petite partie de matière sucrée ou mielleuse est emportée par cette eau de transpiration, et que c'est à cette petite partie qu'il faut attribuer cet enduit léger, grisâtre et doux, qui couvre les feuilles après une forte transpiration, et qu'on connaît sous le nom de *miellée;* quelquefois elle est si abondante, qu'elle forme une poussière dans l'air autour des arbres qui ont éprouvé cette excessive transpiration dans les grandes chaleurs du commencement de l'été.

25. M. Hedwig, dans sa physiologie cryptogamique, a décrit les vaisseaux des feuilles qui donnent passage à leur transpiration. Ils sont placés sous l'épiderme des feuilles, et y forment un réseau dont les mailles sont bien visibles lorsqu'on observe cet épiderme humide au microscope. Il croit que plusieurs de ces vaisseaux, au nombre de 4 à 5, s'ouvrent dans chaque pore rond ou ovale, dont il assure que l'épiderme des feuilles est percé. Mais le citoyen Saussure, qui a fait des recherches d'une grande finesse sur l'épiderme des feuilles, n'a jamais pu apercevoir les pores indiqués par M. Hedwig. Il y a lieu de croire qu'au lieu de trous, l'épiderme se replie dans les cavités des vaisseaux transpiratoires. On voit assez distinctement avec une forte loupe les extrémités de ces vaisseaux, qui forment de petites saillies ou des espèces de tubercules arrondis sur la surface supérieure des feuilles.

26. La transpiration ou la vapeur invisible qui sort des feuilles et qui forme une évacuation, une excrétion si considérable des végétaux, ne consiste pas seulement dans l'eau dont j'ai parlé jusqu'ici. Une partie de cette vapeur est formée par le gaz oxigène provenant manifestement ou de l'eau ou de l'acide carbonique, et peut-être de ces deux corps décomposés à la fois dans les végétaux. La sortie de ce gaz est un des besoins principaux du mécanisme de la végétation; elle annonce et produit sans doute la santé et la vigueur de ces êtres. Elle répand dans l'atmosphère, qu'elle renouvelle toujours, la portion de gaz oxigène destinée à réparer sans cesse celle qui est absorbée par les combustions si nombreuses qui se font à la surface du globe. C'est notamment à la sortie de ce gaz, uni peut-être avec l'eau vaporeuse et transpiratoire, qu'est nécessaire le contact de la lumière annoncé déja plus haut comme si favorable à la transpiration. En même temps il sort des végétaux, ou au moins il se forme immédiatement à leur surface transpirante, une quantité assez notable de gaz

acide carbonique. On remarque ici que ces trois matériaux de la transpiration végétale, l'eau, l'acide carbonique et le gaz oxigène, sont de nature à être absorbés par la terre : de sorte qu'il s'établit ainsi une de ces circulations continuelles qui, en ménageant les matériaux primitifs nécessaires aux compositions compliquées, montrent cette sage et riche économie de la nature dont on admire tant d'exemples en étudiant ses phénomènes.

g. *Direction.*

27. Quoique le phénomène que je nomme ici *direction* avec plusieurs physiciens modernes, soit plutôt un des résultats d'une fonction qu'une fonction véritable, on en connaît encore si peu la source ou la cause, quoiqu'il soit extrêmement important d'en constater l'existence et les effets, qu'on doit la traiter comme si elle constituait une fonction toute entière ; puisque d'ailleurs on ne sait point à quelle fonction générale la rapporter. J'appelle direction la propriété ou la puissance vivante par laquelle chaque partie du végétal suit une route ou se dirige, suivant une loi particulière, à la nature, à la position respective ou au besoin de chacune de ces parties. Ainsi l'on a remarqué que la radicule sortie des semences germées se portait toujours dans la terre, et la plumule dans l'air ; que les branches s'écartaient et s'élevaient pour jouir du contact de la lumière et de l'air ; que les feuilles se plaçaient de manière à occuper toutes une place particulière dans l'atmosphère : de sorte que leur surface luisante était à la partie supérieure, et celle qui est matte à la partie inférieure ; que les fleurs se tournaient vers la lumière et le soleil ; que les jeunes branches ou rameaux se réfléchissaient vers l'eau, etc.

28. Cette direction est si constante et si nécessaire aux végétaux, que les parties qui la présentent surmontent tous les

obstacles qu'on y oppose, comme l'ont prouvé les expériences de Duhamel, de Bonnet et du citoyen Sennebier. Les graines placées en apparence le plus défavorablement, de sorte que la radicule sorte vers le haut et la plumule vers le bas, se montrent au bout de quelques jours, la première se recourbant pour gagner la terre, et la seconde se relevant pour occuper l'air. Les plantes courbées d'abord vers la lumière, puis retournées, changent bientôt cette direction; les branches penchées vers la terre à l'aide de poids ou de cordes, se redressent et remontent vers le ciel. Les feuilles tournées et maintenues renversées sur leurs pétioles, se replacent d'elles-mêmes dans leur position primitive; et la gêne qu'on impose artificiellement à toutes ces parties est bientôt détruite par la force naturelle qui tend à diriger chacune d'elles dans leur position respective et particulière à chacune.

29. On a beaucoup écrit et imaginé plusieurs hypothèses sur la cause de ce mouvement. Quelques physiologistes ont admis pour l'expliquer une espèce de sensibilité dans les organes des plantes; on ne peut tout au plus y admettre que l'irritabilité dont il a déja été question. Mais il faut de plus reconnaître une cause, un stimulant dans cet effet; on l'a cherché dans l'action de l'eau, de l'air, de la lumière, de la chaleur, du soleil, et dans un certain rapport entre ces corps et chacune des parties du végétal. Sans doute ces substances ont une influence directe, et qu'on ne saurait nier, sur la direction que prennent les diverses parties des plantes, puisqu'on voit cette direction être la suite du contact ou de la présence de chacun de ces corps extérieurs. Mais comment agissent-elles pour produire cet effet? sur quel organe portent-elles leur impression? Quels changemens y font-elles naître, et comment s'opèrent ces changemens dont telle ou telle direction est le résultat?

30. On ne trouve une cause suffisante de ces effets ni dans l'imbibition de l'eau et dans la dilatation qui en est la suite, ni

dans le desséchement et l'évaporation opérés plus fortement sur un point que sur un autre, ni dans une attraction supposée entre tel organe et tel corps vers lequel il se porte ou s'infléchit. Mais en réfléchissant que toute direction quelconque des parties d'un végétal est la suite d'un mouvement, que celui-ci suppose toujours un raccourcissement de quelques fibres en même temps qu'une dilatation de celles qui leur sont opposées, on reconnaîtra qu'il y a une action stimulante qui se rapproche singulièrement de ce qu'on observe dans l'irritabilité des animaux, mais qu'elle en diffère en ce que son effet est permanent, et laisse la partie végétale dans un état constant de contraction qui devient une sorte d'habitude et la position continuelle de chacune de ces parties. On ne peut rien trouver encore de plus vraisemblable que cette explication.

h. *Sommeil.*

31. Il y a deux espèces de sommeil dans les plantes : l'un, semblable sous certains rapports à celui des animaux, a lieu pendant la nuit et revient périodiquement à chaque journée ; l'autre, plus long, plus permanent, a lieu pendant une saison toute entière, celle de l'hiver, et est nommé *hivernation*. On suppose que pendant la nuit toutes les plantes éprouvent un changement quelconque, qu'elles ne sont pas dans le même état que pendant le jour, et on en juge par quelques-unes, dans lesquelles les feuilles sont pliées les unes contre les autres, et souvent rapprochées ou serrées contre la tige et les fleurs fermées. On croit communément que l'absence de la lumière, au retour de laquelle ces mêmes plantes semblent être sensibles par le développement de leurs feuilles et l'épanouissement de leurs fleurs, est la cause de cette espèce de contraction, et que c'est à l'évaporation d'un fluide qu'elle opère par sa présence, qu'il faut attribuer une sorte d'épuisement d'où naît le sommeil.

32. On peut douter que le même effet se produise dans toutes les plantes, et qu'elles éprouvent un sommeil semblable à celui qu'on observe dans la sensitive ; mais il paraît certain que, chez toutes, les fonctions qu'elles exercent pendant le jour, offrent pendant la nuit des modifications et des différences qui y constituent l'espèce d'état qu'on en regarde comme le sommeil. Ainsi la transpiration et la sortie de l'eau et des gaz par les feuilles s'arrêtent pendant la nuit, la succion par les feuilles est très-diminuée ou totalement anéantie ; les plantes, loin de perdre de leur poids, augmentent un peu, soit par l'imbibition de l'eau précipitée de l'air, soit par l'absorption, qui se continue en partie par leurs racines. La privation du contact de la lumière, qui a tant d'influence dans la transpiration, est la cause unique de ce changement d'état.

33. Quant à la saison de l'hiver et au sommeil que les végétaux subissent pendant cette saison, on observe d'abord qu'il n'a lieu que dans les plantes qui vivent plus d'un an, et dont la durée varie depuis deux ans jusqu'à plusieurs centaines d'années. Pendant ce repos, le végétal, privé de ses feuilles et réduit à ses tiges et aux boutons qui les garnissent, offre l'image de la mort apparente ; quoique comparé au bois mort, son aspect seul offre cependant des différences très-sensibles. La sève n'y existe point dans le tronc et les branches ; il n'éprouve plus de transpiration ; il résiste toutefois à la rigueur des gelées jusqu'à une certaine limite : et tandis que l'eau se congèle autour de lui, la portion qu'il en contient se conserve liquide, en raison de sa température intérieure et de la portion de vie qui l'anime. Il ne se fait pas de changement sensible dans le végétal endormi ; le seul effet de sa vie se borne dans ce temps à l'entretien et au grossissement très-lent des boutons à feuilles et à fleurs qui couvrent tous les points d'où les uns et les autres doivent sortir. La forme, la position et la structure de ces boutons peuvent encore servir au botaniste de moyens ou de caractères de reconnaissance, ou-

tre l'aspect du tronc ou des branches. La racine conserve seule une activité plus grande ; elle est plus succulente et plus grosse que le reste de la plante.

34. Tous les effets du sommeil de l'hiver sont manifestement produits par l'abaissement de température. Le refroidissement extérieur laisse les fibres et les parois des vaisseaux des plantes se resserrer ou se presser sur elles-mêmes. Les organes de la transpiration n'existent plus ; l'évacuation des vapeurs n'ayant plus lieu, l'ascension de la sève est elle-même interrompue. La partie solide ou les supports du végétal restent dans un état de repos, d'inertie et de permanence inactive, d'où résulte l'absence de tout changement chimique notable dans sa continuité, et conséquemment la cessation d'accroissement. Il s'en fait seulement un léger dans les boutons, où la petite quantité de liquide épais qui reste dans les vaisseaux se porte et se concentre de manière à grossir peu à peu ces germes, et à en amener lentement le développement et la sortie aux premiers accroissemens de la chaleur atmosphérique. Les choses se passent un peu différemment dans les arbres verts qui conservent leurs feuilles pendant l'hiver, et qui, dans les sucs résineux dont ils sont abreuvés, tandis que la transpiration y est très-faible dans toutes les saisons, renferment assez de calorique pour les préserver de la rigueur des froids, et y entretenir un reste de mouvement et de vie toujours beaucoup moins considérable que dans la saison chaude. Au reste, cette différence de sommeil ou plutôt de l'espèce d'insomnie naturelle des arbres verts et qui ne perdent point leurs feuilles, demande encore à être étudiée et peut être la source de nouvelles découvertes.

i. *Germination.*

35. La germination des graines ou le phénomène par lequel le germe contenu dans une semence se développe et devient une véritable plante dont la racine se plonge dans la terre et la

tige s'élève en l'air, est un des phénomènes les plus admirables et les plus étonnans que présente la physique végétale. C'est un spectacle étonnant pour le philosophe comme pour l'homme le moins éclairé, sur-tout quand on compare la frêle existence de la graine avec le grand arbre auquel elle donne naissance. Aussi ce phénomène a-t-il occupé à presque toutes les époques les plus grands physiciens, et leurs travaux successifs sont-ils parvenus à soulever le voile que la nature a jeté sur l'une des plus mystérieuses de ses opérations. Malpighi et Grew ont les premiers décrit avec soin la structure des graines, et observé les circonstances de leur germination. Le premier tableau que Malpighi en a tracé sur la semence d'une cucurbitacée est un des plus beaux monumens de la physique végétale. Grew a fait connaître le rapport des cotylédons avec la radicule, et la continuité de celle-ci avec la plumule. Homberg a vu en 1693 que la germination ne s'opère que dans le vide. Ray, Ledermuller, Adanson, Bonnet, Bierkander, Ludwig, Krafft, Bohmer en ont observé la plupart des phénomènes les plus remarquables. MM. Achard, Ingenhousz et Sennebier en ont étudié les causes depuis les nouvelles découvertes chimiques, et les ont liées avec les données de la chimie moderne.

36. La graine végétale, formée d'un ou deux cotylédons, de la radicule qui communique avec eux par des vaisseaux, de la plumule continue avec la radicule, recouverte de deux tuniques, l'extérieure solide et dure, souvent cornée, quelquefois ligneuse, l'intérieure plus mince, repliée en dedans et enveloppant l'embryon bien conformé et parvenu au point de maturité, jouit de la propriété de germer, et la conserve quelquefois très-long-temps. Chaque graine a son temps et son époque pour germer depuis un jour, comme certaines graminées, jusqu'à plusieurs années, comme la noisette. On peut cependant hâter cette fonction par divers moyens, spécialement par l'action de l'acide muriatique oxigéné, comme l'a

prouvé M. Humboldt, qui a proposé ce moyen simple pour faire lever, dans les trous des jardins de botanique, des graines dont on n'a pas pu encore obtenir jusqu'ici la germination. Tout le monde sait que c'est dans la terre que les graines germent ; cependant il en est quelques-unes qui germent dans l'eau ou dans l'air humide. On les fait aussi lever sur des éponges, de la filasse, de la mousse, etc. Tous les organes de la graine et toute leur intégrité sont requis pour le succès de la germination ; l'enlèvement des cotylédons la rend impossible.

37. L'enfouissement des graines dans la terre demande à être fait à une profondeur en quelque sorte déterminée, pour que la germination réussisse. Placées trop avant, les graines ne germent pas ; à la surface, et lorsque la cicatricule n'est pas recouverte de terre, il n'y a pas plus de germination. La connaissance de toutes les conditions nécessaires à la germination expliquera la nécessité de cette disposition bien constatée par des expériences.

Il faut que l'air soit en contact avec la graine pour que la germination ait lieu ; et quand les graines sont trop profondément enterrées, l'air ne peut pénétrer le sol, qui doit d'ailleurs être très-meuble pour donner passage à ce fluide. La présence du gaz oxigène est indispensablement nécessaire ; les graines ne lèvent point dans le gaz azote et dans le gaz hidrogène ; elles lèvent si on ajoute à ces gaz une certaine proportion de gaz oxigène. L'eau n'est pas moins nécessaire à la germination ; celle qui est aérée la favorise beaucoup plus que l'eau bouillie ; en y ajoutant un peu d'acide muriatique oxigéné, elle est accélérée. On n'a pas de preuve directe de l'influence de l'électricité sur cette fonction, quoiqu'elle ait été admise par quelques physiciens.

38. Une élévation de température plus ou moins grande, ou une quantité plus ou moins considérable de calorique libre, est une des conditions les plus essentielles de la germination.

On ne connaît pas de germination au dessous de la température de la glace ni au 0 du thermomètre : elle ne commence, au moins pour les plantes dont les graines sont connues, car on ne sait rien sur les germes des cryptogames, qu'à six ou huit degrés du thermomètre. Mais la proportion de la température varie singulièrement suivant les différences des graines. En général, une température qui excède 20 degrés du thermomètre de Réaumur favorise et accélère la germination des semences qui sont susceptibles de l'éprouver à une température plus basse : le contact de la lumière ralentit ou empêche tout à fait la germination, qui a constamment lieu dans l'obscurité. Aussi une graine bien constituée, bien mûre, bien intègre dans son organisation, confiée à la terre humide où elle plonge entièrement, enfoncée à une légère profondeur, assez pour être privée de la lumière et pour laisser passer l'air, humectée d'une suffisante quantité d'eau, exposée à une température plus ou moins élevée suivant sa nature particulière, éprouve la germination, et donne, dans un temps déterminé, naissance à une plante toute semblable à celle qui l'a formée.

39. Quand toutes les conditions dont il vient d'être parlé sont réunies, la graine commence quelquefois, en quelques heures, par s'humecter dans ses tuniques par l'eau qui les pénètre, dans ses cotylédons qui se renflent et se ramollissent ; la cicatricule s'élargit et s'ouvre, les tuniques se déchirent, la radicule sort et présente un petit bouton saillant qui s'alonge bientôt ; la substance des cotylédons est alors remplie d'une pulpe ou bouillie laiteuse, d'une saveur douceâtre sucrée. Bientôt la plumule sort et présente le dos courbé de sa tige à travers les membranes fendues ; elle se déroule et s'élève en tendant vers la surface de la terre ; la radicule se prolonge de son côté, ses boutons s'étendent et se chargent de petits filets. L'une et l'autre de ces deux parties suivent constamment cette direction, et se recourbent de diverses manières

pour la prendre, quelle que soit la position de la semence. La plumule, renforcée blanche encore et vraiment étiolée, perce au bout d'un temps plus ou moins long la surface de la terre, en poussant devant elle les cotylédons, auxquels elle est encore adhérente, et qui une fois plongés dans l'air s'écartent l'un de l'autre, se montrent en feuilles seminales, et laissent voir, entre leurs parenchymes flétris et diminués d'épaisseur, la jeune plante dont la pointe commence à passer en jaune au vert : bientôt les cotylédons desséchés se séparent, et tombent quand ils ne sont plus nécessaires à sa nourriture. Dans les monocotylédons, la graine sort et est portée latéralement par la feuille roulée en cornet ou alongée en languette qui s'élance dans l'air.

4o. Ces phénomènes annoncent que l'eau qui a passé à travers les tuniques a gonflé les lobes ou cotylédons, en a ramolli et délayé le parenchyme, en a formé une espèce de lait qui, porté dans la radicule par les vaisseaux de communication entre ces deux parties, l'a étendue, développée, alongée, de manière qu'elle s'est prolongée au dehors de la graine. Cette radicule une fois gonflée et distendue dans son tissu intérieur par le lait des lobes nourriciers, envoie à la plumule, dont les canaux se dilatent par la chaleur, la nourriture laiteuse qu'elle a reçue ; et la plumule injectée, en quelque sorte, par ce liquide alimentaire, s'est déroulée : tous ses vaisseaux, gorgés de suc, se gonflent, et montrent sur les feuilles des côtes ou nervures saillantes. Cet effet de la nutrition, très-rapide dans ce premier temps de la vie végétale, soulève et alonge promptement la plumule, qui devient une plante. La radicule lui fournit ainsi le lait végétal qu'elle tire des lobes jusqu'à ce que ses filets accrus forment une quantité de bouches assez grandes et assez actives pour pomper dans la terre les sucs que celle-ci leur offre. Alors la jeune plante, soutenue jusque-là par la propre substance des cotylédons, commençant, lorsqu'elle s'est élancée dans l'air, à

recevoir l'influence de la lumière et de la chaleur atmosphérique, transpire abondamment, et force ainsi la radicule à lui fournir de la terre le liquide dont elle a besoin pour croître. A cette époque, les cotylédons épuisés deviennent inutiles et tombent; la plante vit par ses propres forces.

41. Tous ces effets sont accompagnés de changemens chimiques qui les produisent : la matière féculente farineuse, en même temps plus ou moins huileuse des lobes ou cotylédons, délayée par l'eau que lui donnent les tuniques, forme une émulsion particulière qui, par la chaleur, éprouve une véritable fermentation; il s'y forme une matière sucrée, dont la saveur bien marquée des graines germées, sur-tout des céréales, atteste la présence : cette matière contribue à nourrir la jeune plante; elle est bientôt changée en sève et dans la propre substance végétale; sa fermentation est accompagnée de la formation d'une certaine quantité d'acide carbonique qui se décompose dans la jeune plante dès l'instant qu'elle est frappée par la lumière, et qui lui fournit son carbone, premier principe de sa solidité naissante. Ainsi, c'est par une puissance, une action chimique facile à reconnaître et à déterminer d'après les phénomènes bien observés, que la germination s'exécute; et l'organisme ne joue son rôle, le principe de la vie ne s'établit dans le végétal que d'après l'absorption de l'eau et du calorique, la dissolution émulsive des cotylédons, la formation d'une matière muscoso-sucrée, celle de l'acide carbonique, dont la première impression sur la force végétale de la plante commence à y développer cette irritabilité qui s'accroît avec elle. Cette explication simple et naturelle de la germination annonce sans doute un premier pas fait dans la physique végétale au moyen des lumières de la chimie; mais il en reste encore beaucoup d'autres qu'on peut attendre des nouveaux progrès de cette dernière science.

k. *Foliation.*

42. La foliation, nommée aussi *feuillaison*, est le phénomène par lequel les feuilles se développent et s'étendent dans l'air, soit à une certaine époque de la végétation dans les plantes annuelles, soit à une époque de chaque année dans les végétaux vivans. Cette éruption des feuilles est une des grandes fonctions des plantes, puisque ce genre d'organes joue, comme on l'a vu, un si grand rôle dans la vie végétale. C'est une seconde germination en quelque sorte; c'est la formation d'une partie qui complète l'organisme nécessaire à l'entretien de ces êtres. Il en résulte une multiplication, une extension de surfaces, qui établissent entre les plantes et l'air une communication dont la forte végétation et toutes les fonctions qui la suivent sont le produit important. Les feuilles existent d'abord toutes formées, mais très-petites et très-plissées, dans des boutons d'une forme et d'une structure particulières; à une température qui est au moins de 10 degrés pour la plupart des plantes, et à l'aide du contact de la lumière, les bourgeons s'ouvrent par l'écartement des écailles qui les enveloppaient, et les feuilles s'étendent dans l'air.

43. L'ouverture des bourgeons et l'écartement des écailles sont manifestement dus au mouvement de la sève qui gonfle et distend leurs vaisseaux, ainsi que ceux des feuilles. Ces bourgeons, pendant le sommeil de l'hivernation, ont d'abord crû très-lentement. Les feuilles injectées par la sève poussée ou imbibée d'abord de proche en proche, en prenant au printemps un accroissement plus grand, poussent et écartent les écailles qui les tenaient séparées et enveloppées; bientôt elles s'alongent dans leur pétiole, et s'élancent avec rapidité dans l'air avec lequel elles entretiennent un vaste contact: dès-lors la condition du végétal change singulièrement. La feuille épanouie se colore d'abord d'un vert tendre et encore

jaunâtre; elle est remplie d'un suc muqueux, gluant, peu sapide; quand on la froisse entre les doigts, elle les colle et les invisque. Cette nature mucilagineuse ne dure que quelques jours; la feuille en se développant davantage perd cette humeur gluante. A mesure que sa couleur se fonce, son parenchyme et l'humeur moins abondante deviennent amers, âcres, acerbes, combustibles, extractifs ou aromatiques, prennent en un mot un autre caractère chimique.

44. Ces changemens successifs qui s'opèrent dans les feuilles en même temps que le végétal croît, transpire, décompose l'eau et l'acide carbonique dans ses organes, sont les preuves irrécusables qu'il se passe dans leurs vaisseaux, et sur-tout dans leurs utricules, un effet chimique, une suite de décompositions et de combinaisons diverses qui donnent naissance aux différences de saveur, d'odeur, de consistance, de couleur, qu'on remarque dans leur tissu depuis le premier temps de la foliation jusqu'au terme des fonctions de ces feuilles. Il est même vraisemblable que, de tous les organes des végétaux, les feuilles sont ceux où les attractions chimiques et les mutations qui en sont le résultat s'exercent avec le plus d'énergie, puisque ces organes, avec des vaisseaux nombreux et très-écartés, offrent, dans les réseaux qu'ils forment, un tissu pulpeux, médullaire ou utriculaire, très-propre à ces effets, en raison de l'espace et du séjour qu'ils permettent de prendre aux humeurs dont ce tissu est arrosé.

45. Les feuilles présentent à l'observateur une époque aussi remarquable encore que celle de leur éruption, lorsqu'elles ont rempli les fonctions auxquelles la nature les a consacrées. Leur couleur, d'un vert plus ou moins foncé, pâlit et se dissipe peu à peu; elle tourne au jaune ou au fauve, soit dans toute leur continuité à la fois, soit dans quelques-unes de leurs parties. Elles perdent leur épaisseur et s'amincissent; leur fraîcheur et leur verdeur disparaissent; elles se foncent et se flétrissent. Bientôt après ces changemens, leur support

resserré, rapetissé et desséché, quitte la partie des branches où il était adhérent, et en tombant il entraîne avec lui la feuille déja morte depuis quelque temps. Il n'est presque pas nécessaire de faire remarquer que ce phénomène de défoliation est accompagné de changemens chimiques auxquels il paraît même être dû; les liquides y sont épaissis, et il n'en arrive plus à une certaine époque de la destruction des feuilles : dès-lors la transpiration s'arrête, et on voit que la défoliation est le signal de l'assoupissement qui commence dans le végétal.

1. *Floraison.*

46. La floraison, ou la formation et l'épanouissement des fleurs, est un des termes, un des événemens les plus importans de la vie végétale : comme elle en est le but principal, elle coûte beaucoup d'efforts ; elle épuise en quelque manière les plantes qui l'éprouvent. Tout le travail de la végétation qui la précède étant destiné à la produire, quand la floraison a lieu, la plante est fort affaiblie, et le reste des forces qu'elle conserve ne suffit que pour la fructification. Pour connaître les rapports de cette fonction avec les phénomènes chimiques, je n'aurai besoin que d'en exposer le résultat le plus général.

47. La fleur, long-temps préparée et organisée dans son bouton plus rond et plus distendu que celui de la feuille, s'ouvre à une température donnée pour chaque plante ; en suivant un ordre de jours dans leur épanouissement successif, les fleurs d'un canton forment, pour les botanistes, un calendrier de Flore. Après son ouverture, les pétales de la corolle se colorent : l'influence de l'air et de la lumière est pour beaucoup dans cette coloration ; il se fait une excrétion de matières sucrées dans une région de la corolle, qu'on nomme le *nectaire* : il s'échappe souvent des pétales des effluves odorans, qui forment un parfum plus ou moins recherché. Les étamines ou organes mâles s'approchent ordinairement

du pistil ou organe femelle, et répandent leur poussière fécondante sur le stigmate. Une matière vraisemblablement vaporeuse parcourt le style, et va frapper ou imprégner de la vitalité les graines placées dans l'ovaire. Cette fonction une fois remplie, les anthères se dessèchent, les filamens des étamines se flétrissent, les pétales se rident et tombent, et la fructification commence.

48. Dans cette succession de phénomènes si remarquables qui constituent la floraison, on ne peut pas méconnaître une suite d'opérations chimiques. Chaque partie des fleurs se continue avec un organe qui lui correspond, depuis le calice qui se propage de l'écorce, jusqu'au pistil qui se confond avec l'extrémité du tissu médullaire. Les sucs sont préparés avant d'arriver à ces parties; mais ils éprouvent indubitablement une modification quelconque, un travail secondaire et définitif dans les organes des fleurs. La poussière fécondante des anthères, nommée *pollen* par les botanistes, le miel aromatique des nectaires, la vapeur odorante des pétales, sont autant de produits de ce travail chimique. La coloration de la corolle par l'air est également un résultat des altérations chimiques qu'éprouvent les fleurs dans leur tissu. On n'entend rien encore à la cause de la fécondation; il ne serait pas impossible qu'elle fût cachée dans un effet d'attraction chimique qui a échappé jusqu'ici aux recherches des physiciens.

III. *Fructification.*

49. Quand la fécondation est opérée, et que les organes qui l'ont faite, ainsi que ceux qui les défendaient et les entouraient, ont disparu ou sont tombés comme mutilés, les graines fertiles grossissent peu à peu dans l'ovaire, le fruit se forme et prend un accroissement plus ou moins considérable; il se garnit de pulpe, de chair, de mucilage, de parenchyme, de brou, de membranes, de coque, de noyau,

et de tous les genres les plus variés d'enveloppes, destinés à recouvrir et à conserver la graine jusqu'à sa parfaite maturité. La plupart de ces accessoires servent en même temps à nourrir les semences, à leur fournir l'aliment convenable à leur nature, ou à donner aux vaisseaux qui le portent un appui, et peut-être même une nature particulière. Ces chairs ou pulpes des fruits sont douces, sucrées, acides, fades et muqueuses, amères et âcres, huileuses, acerbes, et en général de saveur et de propriétés chimiques très-variées.

5o. Qui pourrait méconnaître dans ce travail de la fructification le résultat d'une force et d'une action chimiques, ainsi qu'elles ont lieu dans l'accroissement et la nutrition des différentes parties, sur-tout des lobes ou cotylédons de la semence? Une identité constante d'effets donne naissance, dans l'intérieur du fruit ou dans la semence, à la formation de la fécule, de l'huile fixe, du glutineux, puisque toutes les graines offrent constamment l'un ou l'autre de ces principes : mais il règne une grande variété de productions ou compositions chimiques dans les pulpes ou parenchymes de fruits. La régularité du premier résultat et la variabilité du second tiennent certainement à la structure et à l'organisation différente de ces deux genres de parties. D'ailleurs, les circonstances extérieures, les rayons du soleil, la température, l'état sec ou humide de l'air, les vents, l'eau, influent sur la nature des parenchymes des fruits qui y sont toujours exposés; tandis que le sort bien plus important des semences, dont les fruits ne sont que des tuniques conservatrices, est confié à une organisation intérieure, à une structure centrale, précieuse, régulière, toujours la même, jamais variable, et que les accidens du dehors ne peuvent modifier.

ARTICLE X.

Des modifications que l'art fait naître dans les végétaux, des principaux changemens dont ils sont susceptibles, et des maladies qui les attaquent.

1. On a vu par les détails contenus dans l'article précédent, que les végétaux sont de véritables machines où s'exercent beaucoup d'opérations chimiques qui consistent en général dans la combinaison au moins ternaire des principes primitifs fournis par la terre : aussi sont-ils susceptibles de recevoir de grandes influences de la part de tous les corps extérieurs. C'est d'après ces influences, dirigées au gré de l'agriculteur, que les plantes éprouvent des modifications et des changemens dont la production est une augmentation de jouissance pour l'homme : une longue expérience a multiplié et assuré ces modifications, de manière qu'elles sont devenues l'objet d'un art très-important à la société, et qui renferme dans ses pratiques diverses l'agriculture.

2. Dans la culture, on se propose de multiplier des végétaux dont les propriétés servent à la nourriture des hommes, à leurs vêtemens, à la construction de leurs demeures, au soulagement de leurs maladies, à la jouissance de leurs sens, et sur-tout de la vue, de l'odorat et du goût. Cette multiplication s'opère, ou par le semis, ou par la plantation des végétaux que la nature n'offre qu'isolés, rares et peu abondans. Elle a pour but non seulement d'augmenter la quantité de ces êtres utiles dans la proportion qu'exigent nos besoins, mais encore de les faire croître dans le temps le plus court possible, à l'abri des dangers qui peuvent les menacer, dans la plus grande quantité possible sur un espace donné. Elle

atteint ce but en choisissant le terrain convenable à chaque semence et à chaque plant, en le préparant par la bèche et la charrue, en l'engraissant par des matières végétales et animales qu'on y enfouit, en en écartant les plantes nuisibles qui y croissent spontanément, en donnant, soit au sol, soit au végétal qui y est confié, depuis le moment de la semaille et de la plantation jusqu'à celui de la récolte, toutes les façons capables de favoriser son accroissement et sa multiplication. Elle varie ses moyens suivant la nature des terres et celle des plantes que l'on cultive, et en consultant l'ordre des saisons, la température et l'aspect des lieux cultivés.

3. Le but de l'agriculture, considérée en grand, est aussi de fournir une nourriture assez abondante aux animaux utiles à l'homme, pour qu'ils rendent à la terre ce qu'ils lui enlèvent par leur consommation; et c'est dans le rapport exact des productions animales avec les productions végétales que consistent véritablement la science et le grand succès du premier des arts. Il est porté vers sa perfection lorsque ces deux genres de productions sont assez bien coordonnés et disposés dans leurs rapports mutuels, pour que rien ne manque aux animaux, et pour qu'ils fournissent une proportion d'engrais plus que suffisante à la continuité de fertilisation dont ils offrent la source toujours renaissante dans leurs excrémens et leur litière. En renouvelant ainsi sans cesse la fécondité de la terre, celle-ci doit leur donner ce qui leur est nécessaire pour pouvoir fournir à l'homme un aliment sain, des matériaux pour ses vêtemens, des forces pour transporter ses fardeaux, pour labourer, et pour tous les usages auxquels les animaux sont consacrés dans leur domesticité.

4. Les nombreuses expériences que l'on a faites depuis une longue suite de siècles sur la culture ou la multiplication des végétaux par l'art, ont conduit à une foule de résultats aussi intéressans pour la physique végétale qu'utiles aux besoins et aux goûts des hommes civilisés. Ce sont elles qui ont appris

à multiplier les arbres et les plantes par la bouture, les marcottes, les provins; à grossir leurs tiges, à étendre, à blanchir ou à colorer leurs feuillages, à modifier leurs fruits dans leur volume et leur saveur, à doubler les fleurs, à croiser les races et à former des plantes hybrides, à constituer des variétés que la nature n'avait point données à l'homme, et qui, se perpétuant par la culture, ont reçu et mérité en agriculture la dénomination d'*espèces*. L'art de fumer les terres, de greffer, de tailler, de provigner les arbres, celui de les abriter et de les étayer en espaliers contre des murs, de leur donner la forme en hauteur ou en largeur qui convient au lieu où on les place, d'avancer ou de retarder leur maturité, de varier la saveur, la grosseur, la forme, la couleur de leurs fruits; celui de faire croître dans un climat tempéré ou froid, dans des serres, sous des couches, sous des châssis, sous des cloches, dans des terres factices et chaudes, les plantes que la nature n'avait placées que sous les tropiques ou l'équateur; celui de varier les couleurs et les parfums des fleurs, de les doubler ou de convertir leurs étamines en pétales nombreux et colorés : toutes ces merveilles de la culture qui varient et multiplient nos jouissances, s'expliquent ou se conçoivent par les notions chimiques qui ont été développées dans les articles précédens.

5. En effet, c'est en augmentant la nourriture par l'addition d'engrais abondans, en hâtant la végétation par une température élevée et factice, en ouvrant le sein de la terre souvent et profondément remuée aux utiles influences de la lumière et de l'air, en y portant par les irrigations, les canaux, l'arrosoir, une abondance d'eau que l'atmosphère refuse trop long-temps ou ne répand qu'à trop petite dose, en fécondant une espèce de fleur avec le pollen d'une autre espèce rapprochée, en chargeant l'eau d'un suc végétal très-nourricier, très-susceptible de fermentation et de chaleur, en arrêtant le mouvement et le cours de la sève dans quelques

parties du végétal par des courbures, des nœuds, des sections à l'écorce; en forçant une portion d'arbre ou d'écorce gemmifère de s'insérer dans une autre, et de vivre aux dépens de son propre suc après l'avoir collée ou fait prendre corps avec le sujet par la greffe; en portant toute la nourriture dans les boutons à fruits par la soustraction de quelques branches qui emploient trop de sève; en ajoutant à la terre des stimulans qui, portés dans les plantes avec l'eau que boivent les racines, y activent la végétation; en un mot, c'est par l'emploi d'une grande quantité de procédés et d'agens vraiment chimiques, que le cultivateur, souvent même sans en concevoir la cause et l'action, mais toujours guidé par une pratique plus ou moins longue autant qu'heureuse, fait naître tous les changemens, toutes les modifications qui répondent à ses vœux.

6. Mais toutes ces premières données, toutes les applications de la science chimique aux phénomènes de la culture artificielle des végétaux ne sont encore que des premières vues, que des aperçus dont les modernes seuls ont saisi ou soupçonné même et l'existence et l'intérêt. Wallerius avoit déja fondé quelques bases sur la chimie agricole; Bergman les avait poussées un peu plus loin en s'occupant des terres : Lavoisier en avait fait depuis ressortir toute l'importance. A peine ces premières idées ont-elles effleuré l'attention de quelques hommes qui vivent aux champs; que sera-ce lorsque des citoyens éclairés, lassés des tumultes et des plaisirs factices des villes, porteront dans les campagnes les lumières dont ils se seront munis, et appliqueront à l'agriculture les ressources si riches des sciences physiques?

7. La destinée des végétaux, considérés comme des instrumens chimiques dont la nature se sert pour former les premiers composés ternaires ou quaternaires, pour lier par des attractions complexes au moins trois substances simples primitives et souvent un plus grand nombre, doit être de changer per-

pétuellement d'état, de rester peu de temps dans le même ordre de compositions, et d'éprouver par le genre même des forces multipliées qui réagissent sur leurs principes, des variations qui en modifient plus ou moins profondément les matériaux. Si les circonstances externes, si les agens extérieurs qui influent, comme on l'a vu, sur leur nature intime, viennent à éprouver des changemens subits et grands; si l'air passe rapidement du doux au froid, du sec à l'humide; s'il frappe trop fortement les plantes; si sur-tout il est trop long-temps surchargé d'eau; si la gelée succède inopinément à un temps doux après les premiers efforts de la végétation du printemps; si un vent violent enlève trop abondamment aux feuilles, comme à la terre, l'eau qui circule dans les premières et qui humecte l'autre; si un soleil brûlant darde après la pluie sur les végétaux couverts d'eau qui en concentrent les rayons comme des loupes; si la terre inondée ne permet point d'écoulement d'une trop grande masse d'eau, toutes ces causes et un grand nombre d'autres deviennent autant de sources d'altérations plus ou moins désastreuses pour les plantes : et les maladies naissent pour elles comme pour les animaux.

8. Il semble même que, modifiés par nos soins, rendus plus sensibles et plus délicats par la culture, partageant en quelque manière les inconvéniens du genre de domesticité ou de civilisation auxquelles nous les assujettissons, les végétaux sont, comme nous-mêmes et comme les animaux domestiques, plus exposés encore aux indispositions et aux maladies que ceux qui croissent spontanément et dans les lieux que l'homme a laissés encore à la nature. Il est rare que le même nombre, et sur-tout le même genre de maux, attaquent les arbres des forêts que ceux qu'on ne voit que très-souvent dans nos vergers. Les plantes des champs, les moissons sur-tout, sont infectées de maladies qu'on n'observe que très-peu ou point du tout dans celles qui croissent spontanément. On dirait que leur multiplication et leur rapprochement dans un même terrain

et dans un lieu trop étroit, leur apportent quelquefois le même préjudice que celui qui naît pour l'homme et les animaux, de l'encombrement et de l'entassement dans un espace trop resserré. Il est vrai, d'un autre côté, que les soins du cultivateur les garantit de la dent et de la piqûre des animaux et des insectes auxquels la nature livre et paraît même destiner les végétaux qu'elle élève. Mais la grandeur et le danger des maladies en quelque sorte sociales, et souvent endémiques ou même épidémiques qui assiégent les peuples des végétaux cultivés dans nos campagnes, ne permettent pas de supposer, à cet égard, une compensation qu'on puisse trouver favorable au cultivateur.

9. Sans offrir ici un dénombrement qui serait déplacé, je me contenterai d'observer que, malgré le peu de soins qu'on a mis à distinguer et à décrire toutes les maladies des plantes, on en connaît assez pour voir qu'aucune partie des végétaux et qu'aucun d'entre eux n'en sont exempts; les arbres des vergers, des potagers, des parcs, des avenues, des chemins, montrent souvent leur écorce fendue et gercée, rongée par des ulcères secs ou humides, gonflés par des tumeurs, percée et disséquée par des insectes, déchirée par des mammifères, épuisée par des lichens et des mousses parasites. Leur bois se courbe, se fend, se dessèche, se tuméfie; on le voit attaqué de la *chancissure*, des *chancres*, des *excroissances*, des *loupes*, des *plaies*. Les feuilles des plantes sont attaquées du *blanc*, de la *brune*, de la *brûlure*, de la *brouissure*, du *cloque*, des *galles*, de la *jaunisse*, de la *nielle*, de la *panachure*, de la *roulure*. Les ennemis et les dévastateurs des graminées et des moissons sont la *coulure*, la *carie*, l'*ergot*, le *charbon*. Dans tous ces cas déjà observés avec assez de soin, on voit les organes des végétaux changer de forme, de consistance, de couleur, de saveur, d'odeur, et par conséquent de nature chimique.

10. Qui pourrait nier que toutes les maladies ne soient accompagnées d'accidens et de changemens chimiques qu'on

doit en regarder non seulement comme l'effet, mais souvent comme la cause? N'a-t-on pas trouvé que, dans le charbon, la carie, l'ergot du seigle et du bled, il n'existe plus ni matière amilacée ni substance glutineuse, mais tantôt un suc huileux, tantôt un extrait âcre et charbonné? L'écorce et le bois ulcérés, et couverts de sanie noirâtre ou d'une croûte blanchâtre, graveleuse et desséchée, ne sont-ils pas chargés d'acétite de chaux et de potasse, de tannin, de résine, de carbonate de chaux et de potasse, suivant les expériences du citoyen Vauquelin? Qui pourra borner la puissance de la chimie pour connaître et la nature, et la cause, et les remèdes de ces maux? Espérons qu'on ne négligera plus de les observer avec toutes les lumières que cette science offre à l'agriculture; comptons que ce beau travail, commencé sous de si heureux auspices, ne sera plus arrêté, et confions-nous sur-tout à cette jeunesse ardente, studieuse, qui portera dans les campagnes les connaissances utiles, et qui ne permettra pas au premier des arts de rester confié à une routine aveugle, aux préjugés destructeurs de tout bien. Croyons enfin que l'époque où les travaux des champs profiteront des lumières concentrées jusqu'ici dans les villes, ne peut être éloignée sous des lois qui répandent l'instruction dans toutes les classes de la société.

Fin du huitième volume.

TABLE DES MATIÈRES

DU HUITIÈME VOLUME.

SUITE DE LA SEPTIÈME SECTION.

ART. XIV. *Du onzième des matériaux immédiats des végétaux ; du camphre.* page 3

A. *Siége.* ibid.

B. *Extraction.* 4

C. *Propriétés physiques.* 9

D. ——— *chimiques.* 10

E. *Espèces.* 13

F. *Usages.* 14

ART. XV. *Du douzième des matériaux immédiats des végétaux ; des résines.* 15

A. *Siége.* ibid.

B. *Extraction.* 17

C. *Propriétés physiques.* 19

D. ——— *chimiques.* 20

E. *Espèces.* 21

F. *Usages.* 26

ART. XVI. *Du treizième des matériaux immédiats des végétaux ; des gommes résines.* 27

A. *Siége.* ibid.

B. *Extraction.* ibid.

C. *Propriétés physiques.* 28

D. ——— *chimiques.* 29

E. *Espèces.* 30

F. *Usages.* 35

ART. XVII. *Du quatorzième des matériaux immédiats des végétaux ; du caoutchouc ou résine élastique.* 36

A. *Siége.* 36
B. *Extraction.* 37
C. *Propriétés physiques.* 39
D. ——— *chimiques.* 40
E. *Espèces.* 41
F. *Usages.* 42
Art. XVIII. *Du quinzième des matériaux immédiats des végétaux ; des baumes.* 43
A. *Siége.* ibid.
B. *Extraction.* 44
C. *Propriétés physiques.* 45
D. ——— *chimiques.* 46
E. *Espèces.* 47
F. *Usages.* 50
Art. XIX. *Du seizième des matériaux immédiats des végétaux ; des matières colorantes.* ibid.
A. *Siége.* ibid.
B. *Extraction.* 52
C. *Propriétés physiques.* 54
D. ——— *chimiques.* 55
E. *Espèces.* 62
F. *Usages.* 82
Art. XX. *Du dix-septième des matériaux immédiats des végétaux ; de l'albumine végétale.* 83
Art. XXI. *Du dix-huitième des matériaux immédiats des végétaux ; du ligneux.* 87
Art. XXII. *Du dix-neuvième des matériaux immédiats des végétaux ; du tannin.* 92
Art. XXIII. *Du vingtième des matériaux immédiats des végétaux ; du suber.* 98
Art. XXIV. *Des diverses matières plus ou moins analogues aux substances fossiles ou minérales que l'on trouve mêlées ou combinées aux matériaux immédiats des végétaux.* 101

Ve ORDRE DE FAITS sur les composés végétaux. — *Des altérations spontanées dont ces composés sont susceptibles.*

ART. I. *De la nature et des causes générales de ces altérations.* 107

ART. II. *Des fermentations en général, et de leurs distinctions en plusieurs espèces.* 110

ART. III. *De la fermentation saccharine.* 116

ART. IV. *De la fermentation vineuse et de ses produits, du vin et de l'alcool.* 120

§. I. *Définition et histoire littéraire de la fermentation vineuse.* 121

— II. *Condition de la fermentation vineuse.* 123

— III. *Phénomènes de la fermentation vineuse.* 126

— IV. *Du produit immédiat de la fermentation vineuse ou du vin.* 130

A. *Des principaux vins.* ibid.

B. *De l'analyse du vin.* 134

C. *Usages du vin.* 140

§. V. *Du produit éloigné de la fermentation vineuse ou de l'alcool.* 142

A. *Des moyens de le préparer ou de l'extraire de l'eau-de-vie.* ibid.

B. *Des propriétés physiques de l'alcool.* 144

C. *Des propriétés chimiques de l'alcool comme dissolvant et non décomposé.* 146

D. *Des propriétés chimiques que l'alcool présente en se décomposant.* 154

E. *Espèces d'alcool.* 177

F. *Usages de l'alcool.* 178

§. VI. *Des causes ou du mécanisme de la fermentation vineuse, et de la formation de l'alcool.* 182

ART. V. *De la fermentation acide et de son produit, ou de l'acide acéteux.* 186
§. I. *Des conditions et des phénomènes de la fermentation acéteuse.* ibid.
— II. *Des autres procédés par lesquels on obtient de l'acide acéteux.* 190
— III. *Des propriétés du vinaigre* 193
— IV. *Des propriétés chimiques de l'acide acéteux.* 195
— V. *Des diverses modifications ou espèces d'acides formées par le vinaigre.* 206
— VI. *Des usages de l'acide acéteux.* 213
ART. VI. *De la fermentation panaire et colorante.* 215
ART. VII. *De la fermentation putride.* 220
§. I. *Du rouissage du chanvre, du spart, du lin, du genêt.* 222
— II. *Du bois pourri.* 223
— III. *Du fumier.* 225
— IV. *Du terreau.* 226
ART. VIII. *De la décomposition lente, et des altérations diverses que les végétaux éprouvent dans le sein de la terre.* 229
§. I. *Du bois fossile.* 230
— II. *De la tourbe.* 232
— III. *Des bitumes.* 234
A. *Bitume.* 235
Variété première. — *Bitume liquide, pétrole.* 236
Variété IIe. — *Bitume solide ou asphalte.* 239
B. *Houille.* 241
C. *Jayet.* 246
D. *Succin.* 247
— *Du bois pétrifié.* 254

VIe. ORDRE DE FAITS sur les composés végétaux. — *Des phénomènes chimiques que présentent les végétaux vivans, ou de la physiologie végétale expliquée par les forces chimiques.*

ART. I. *Des végétaux considérés comme des espèces d'instrumens ou d'appareils chimiques.* 257
ART. II. *De la nutrition végétale en général.* 259
ART. III. *De l'influence de la lumière sur la végétation.* 261
ART. IV. *De l'influence de l'air sur la végétation.* 263
ART. V. *De l'influence de l'eau sur la végétation.* 266
ART. VI. *De l'influence du gaz acide carbonique et de quelques autres gaz sur la végétation.* 272
ART. VII. *De l'influence du sol, et de son amendement sur la végétation.* 276
ART. VIII. *De l'influence des engrais sur la végétation.* 280
ART. IX. *Des fonctions des végétaux, ou des phénomènes qu'ils présentent pendant leur vie, et du mécanisme par lequel se forment les composés qui les constituent.* 287
a. *Mouvement de la sève.* 289
b. *Secrétion.* 291
c. *Irritabilité.* 292
d. *Nutrition.* 294
e. *Écoulement.* 296
f. *Transpiration.* 298
g. *Direction.* 302
h. *Sommeil.* 305
i. *Germination.* 307
k. *Foliation.* 313
l. *Floraison.* 315
m. *Fructification.* 316

ART. X. *Des modifications que l'art fait naître dans les végétaux, des principaux changemens dont ils sont susceptibles, et des maladies qui les attaquent.* 318

Fin de la table du huitième volume.

ERRATA.

Page 36, ligne 4. quatrième, *lisez* quatorzième.
54 —— 5. l'oseille, *lisez* l'orseille.
117 —— 10. formation, *lisez* fermentation.
120 —— 3. musculaires, *lisez* mammaires.
138 —— 12. ses parois, *lisez* des parois.
143 —— 20 et 21. la preuve, *lisez* l'épreuve.
171 —— 20. le linge, *lisez* le liége.
200 —— 12. l'acide, *lisez* l'acétite.
203 —— 12. radicaux simples, *lisez* à radicaux simples.
210 —— 2. l'acétite, *lisez* l'acétique.
214 —— 4. la scille, *lisez* la scille.
218 —— 19. dans la fermentation, *lisez* pour la formation.
238 —— 14. l'acide sulfurique, *lisez* l'acide nitrique.
253 —— 24. aux alcalis, *lisez* à la potasse et à la soude.
292 —— 27. spontanément, *lisez* naturellement.
294 —— 23. résidu, *lisez* résultat.
295 —— 1. la feuille, *lisez* la fécule.
299 —— 14. seule, *lisez* dissolvante.
306 —— 9. les feuilles, *lisez* les racines.
309 —— 2. trous, *lisez* serres